

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月 1 7 日  
Date of Application:

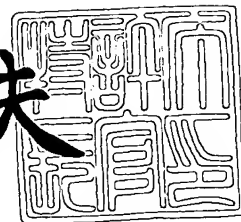
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 0 2 9 8 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 3 0 2 9 8 2 ]

出      願      人            新 科 實 業 有 限 公 司  
Applicant(s):            T D K 株 式 会 社

2 0 0 3 年   8 月   7 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号    出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 6 3 5 6 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 TD04394

【提出日】 平成14年10月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 05/39

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県佐久市小田井 5 4 3

    【氏名】 的野 直人

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

    【氏名】 渡部 裕一

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

    【氏名】 青木 進

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

    【氏名】 乗附 康之

【特許出願人】

    【識別番号】 500393893

    【氏名又は名称】 新科實業有限公司

【特許出願人】

    【識別番号】 000003067

    【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

**【代理人】****【識別番号】** 100109656**【弁理士】****【氏名又は名称】** 三反崎 泰司**【代理人】****【識別番号】** 100098785**【弁理士】****【氏名又は名称】** 藤島 洋一郎**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 019482**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁束を発生させる薄膜コイルと、

記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅を有する一定幅領域と、この一定幅領域よりも大きな幅を有する拡幅領域とを含む平面形状を有すると共に、前記記録媒体に対向する記録媒体対向面に一端面が露出するように配設された主磁極層と、前記記録媒体対向面から一端面が後退し、前記主磁極層の一部に対向するように配設された補助磁極層と、前記主磁極層と前記補助磁極層との間に、これらの 2 つの層により挟まれるように配設された非磁性層とを含む積層構造を有し、前記薄膜コイルにおいて発生した磁束を前記記録媒体に向けて放出する磁極層と、

を備えた薄膜磁気ヘッドであって、

前記磁極層のうちの前記主磁極層が、前記記録媒体対向面からこの面と離れる方向に一定幅をもって延在する第 1 の主磁極層部分と、この第 1 の主磁極層部分の後方に連結され、前記第 1 の主磁極層部分よりも大きな幅を有する第 2 の主磁極層部分と、を含み、

前記磁極層の幅が前記一定幅領域から前記拡幅領域へと広がる拡幅位置が、前記第 1 の主磁極層部分と前記第 2 の主磁極層部分との連結位置によって規定されており、

前記主磁極層のうちの前記第 2 の主磁極層部分が、前記拡幅位置からこの位置と離れる方向に向かって次第に幅が広がる主磁極拡幅部分を有する

ことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記主磁極拡幅部分のうちの前記記録媒体対向面に近い側の端面が、前記第 1 の主磁極層部分から離れるにしたがって次第に傾斜している

ことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記補助磁極層が、

前記連結位置から一定幅をもって、前記第 1 の主磁極層部分の延在方向と同じ方向に延在する第 1 の補助磁極層部分と、

この第1の補助磁極層部分の後方に連結され、前記第1の補助磁極層部分よりも大きな幅を有する第2の補助磁極層部分と、  
を含み、

前記補助磁極層のうちの前記第2の補助磁極層部分が、前記第1の補助磁極層部分と前記第2の補助磁極層部分との連結位置からこの位置と離れる方向に向かって次第に幅が広がる補助磁極拡幅部分を有する

ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記磁極層に、前記第1の主磁極層部分、前記第1の補助磁極層部分および前記第2の補助磁極層部分の合成体に対応した平面形状を有する非磁性マスク層が隣接されている

ことを特徴とする請求項3に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記主磁極層が、前記補助磁極層の飽和磁束密度以上の飽和磁束密度を有する材料により構成されている

ことを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記磁極層が、前記記録媒体をその表面と直交する方向に磁化させるための磁束を放出するように構成されている

ことを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 磁束を発生させる薄膜コイルと、

記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅を有する一定幅領域と、この一定幅領域よりも大きな幅を有する拡幅領域とを含む平面形状を有すると共に、前記記録媒体に対向する記録媒体対向面に一端面が露出するように配設された主磁極層と、前記記録媒体対向面から一端面が後退し、前記主磁極層の一部と対向するように配設された補助磁極層と、前記主磁極層と前記補助磁極層との間に、これらの2つの層により挟まれるように配設された非磁性層とを含む積層構造パターンを有し、前記薄膜コイルにおいて発生した磁束を前記記録媒体に向けて放出する磁極層と、

前記磁極層に隣接するようにパターン配設された非磁性マスク層と

を備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記磁極層を形成する工程が、

前記主磁極層の前準備層としての前駆主磁極層と、前記非磁性層の前準備層としての前駆非磁性層とをこの順に形成して積層させる第1の工程と、

この前駆非磁性層上の、前記拡幅領域に対応する領域に、前記補助磁極層の前準備層として、前記拡幅領域を画定する前駆補助磁極層パターンを形成する第2の工程と、

前記前駆補助磁極層パターンおよびその周辺領域上に、前記非磁性マスク層の前準備層としての前駆非磁性マスク層を形成する第3の工程と、

この前駆非磁性マスク層上の、前記一定幅領域および前記拡幅領域の双方に対応する領域に、マスク層を形成する第4の工程と、

このマスク層を使用し、前記前駆非磁性マスク層をエッチングしてパターンニングすることにより、前記一定幅領域を画定する前記非磁性マスク層を形成すると共に、引き続き連続的に、前記非磁性マスク層および前記前駆補助磁極層パターンの双方をマスクとして使用し、前記前駆非磁性層をエッチングしてパターンニングすることにより前駆非磁性層パターンを形成する第5の工程と、

前記非磁性マスク層を使用し、前記前駆補助磁極層パターンをエッチングしてパターンニングすることにより前記補助磁極層を形成すると共に、

引き続き連続的に、前記非磁性マスク層、前記前駆補助磁極層パターンおよび前記前駆非磁性層パターンをマスクとして使用して、前記前駆主磁極層と共に前記前駆非磁性層パターンをエッチングし、前記前駆非磁性層パターンの両翼を選択的に削って次第に幅が広がるように後退させることにより前記非磁性層を形成すると共に、前記前駆非磁性層パターンの形状変化に応じて前記前駆主磁極層をパターンニングすることにより前記主磁極層を形成する第6の工程と

を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 前記第1の工程において、前記前駆補助磁極層パターンよりもエッチング速度が遅い材料を用いて前記前駆非磁性層を形成し、

前記第3の工程において、前記前駆補助磁極層パターンおよび前記前駆主磁極層の双方よりもエッチング速度が遅い材料を用いて前記前駆非磁性マスク層を形

成する

ことを特徴とする請求項7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】 前記第4の工程において、前記マスク層を形成したのち、そのマスク層の、前記一定幅領域に対応する部分を幅方向から選択的にエッチングすることにより、前記一定幅領域に対応する部分の幅を狭め、

前記第5の工程において、前記一定幅領域に対応する部分の幅が狭められた前記マスク層を使用して、エッチング処理を行う

ことを特徴とする請求項7または請求項8に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法

。

【請求項10】 イオンミリングを用い、前記マスク層の延在面と直交する方向に対して約70度±5度の角度をなす方向からイオンビームを照射しながら、前記マスク層のエッチング処理を行う

ことを特徴とする請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 前記第4の工程において、めっき膜を成長させることにより、前記マスク層を形成する

ことを特徴とする請求項7ないし請求項10のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 前記第6の工程において、イオンミリングを用い、前記前駆補助磁極層パターンの延在面と直交する方向に対して35度±10度の角度をなす方向からイオンビームを照射しながらエッチング処理を行う

ことを特徴とする請求項7ないし請求項11のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 前記第6の工程において、前記主磁極層を形成したのち、さらに、その主磁極層の、前記一定幅領域に対応する部分に対して、イオンミリングを用いて前記主磁極層の延在面と直交する方向に対して60度±10度の角度をなす方向からイオンビームを照射しながらエッチング処理を施す

ことを特徴とする請求項12記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、少なくとも記録用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

**【0 0 0 2】****【従来の技術】**

近年、例えばハードディスクなどの磁気記録媒体（以下、単に「記録媒体」という。）の面記録密度の向上に伴い、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドに適用される磁気記録方式としては、例えば、信号磁界の向きを記録媒体の面内方向（長手方向）にする長手記録方式と、記録媒体の面に対して直交する方向にする垂直記録方式とが知られている。現在のところは長手記録方式が広く利用されているが、面記録密度の向上に伴う市場動向を考慮すれば、今後、長手記録方式に代わり垂直記録方式が有望視されるものと想定される。なぜなら、垂直記録方式では、高い線記録密度を確保可能な上、記録済みの記録媒体が熱揺らぎの影響を受けにくいという利点が得られるからである。

**【0 0 0 3】**

垂直記録方式を利用した記録態様としては、例えば、（１）一端側においてギャップを挟んで互いに対向し、かつ他端側において互いに磁氣的に連結されたヘッド（リング型ヘッド）と、主要部が単層膜構成の記録媒体とを用いる態様や、（２）記録媒体に対して垂直に配置されたヘッド（単磁極型ヘッド）と、主要部が２層膜構成の記録媒体とを用いる態様が提案されている。これらの態様のうち、単磁極型ヘッドと２層膜構成の記録媒体との組み合わせを用いる態様は、熱揺らぎに対する耐性が顕著に優れているため、薄膜磁気ヘッドの性能向上を実現し得るものとして注目されている。

**【0 0 0 4】****【発明が解決しようとする課題】**

ところで、垂直記録方式の薄膜磁気ヘッドの記録性能を向上させるためには、例えば、単磁極型ヘッドのうち、主要な磁束の流路となる「主磁極層」を設計する際、主に、以下の２つの点が大きなポイントとなる。

**【0 0 0 5】**

すなわち、第1に、記録密度を増加させるために、主磁極層のうち、記録媒体の記録トラック幅を規定する極微小な一定幅を有する部分（以下、「トラック幅規定部分」という。）を高精度に形成する必要がある。従来より、主磁極層は、例えば、磁性層を形成したのち、フォトリソグラフィ技術やエッチング技術などを利用して、所定のパターン形状となるように磁性層をパターンニングすることにより形成されている。主磁極層を形成する際には、トラック幅規定部分を高精度に形成するために、高い加工精度が要求される。

#### 【0006】

第2に、磁気飽和を抑制し、トラック幅規定部分に十分な量の磁束を供給するために、主磁極層のうち、トラック幅規定部分よりも大きな幅を有する部分（以下、「磁束供給部分」という。）を、過剰な磁束放出を誘発しない程度に記録媒体対向面（エアベアリング面）に近づける必要がある。この磁束供給部分の前端縁（エアベアリング面に近い側の端縁）の位置は、主磁極層の幅がトラック幅規定部分から磁束供給部分へと広がる位置を規定しており、一般に「フレアポイント」と呼ばれている。このフレアポイントは、主磁極層内を磁束供給部分からトラック幅規定部分へ流れる磁束が集束されることとなる位置であり、トラック幅規定部分への磁束供給の観点において、薄膜磁気ヘッドの記録性能を決定する重要な因子のうちの1つである。

#### 【0007】

しかしながら、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、記録性能を向上させる上でトラック幅規定部分の形成に関する高精度化ならびにフレアポイントの適正化が必要であるにもかかわらず、これらを両立させることが困難であるという問題があった。その理由は、以下の通りである。

#### 【0008】

すなわち、例えば、フォトリソグラフィ技術を利用してフォトレジストを選択的に露光することにより、主磁極層を形成するために必要なフォトレジストパターンを形成する際、その露光パターン中に、トラック幅規定部分に対応する極狭幅の領域と、磁束供給部分に対応する広幅の領域との双方が含まれていると、露光時に生じる反射光の影響に起因して極狭幅領域の周辺部が余計に露光されてし

まい、露光領域が拡張する場合がある。露光領域が拡張すると、フォトレジストパターンの形成精度が低下するため、トラック幅規定部分を高精度に形成することが困難になる。しかも、このトラック幅規定部分の形成精度に関する問題は、フレアポイントがエアベアリング面に近づき、これにより極狭幅の領域に対する広幅の領域の占有割合が大きくなるほど顕著になる。したがって、従来は、トラック幅規定部分の形成に関する高精度化とフレアポイントの適正化とが、互いにトレードオフの関係となっていた。垂直記録方式の実用性および将来性を証明し、この方式を利用した大容量のハードディスクドライブの普及を図るためには、上記問題を解決し、記録性能の向上を実現することが急務である。

#### 【0009】

なお、垂直記録方式の薄膜磁気ヘッドの記録性能を向上させることを目的とする先行技術としては、既にいくつかの提案がなされている。

#### 【0010】

具体的には、第1に、ヘッド材料を適正化することにより高密度記録を実現する手法が挙げられる（例えば、特許文献1参照。）。第2に、ヨーク層の形状を適正化することにより、所定の形状となるように主磁極層をめっき形成する手法が挙げられる（例えば、特許文献2参照。）。第3に、平坦面上に主磁極層を形成することにより、主磁極層の形成精度を向上させる手法が挙げられる（例えば、特許文献3参照。）。第4に、リターンヨーク層の主磁極対向部分を切り欠いて、不要な磁束の集中現象を回避することにより、再生波形の信号品質を向上させる手法が挙げられる（例えば、特許文献4参照。）。

#### 【0011】

しかしながら、上記した一連の手法では、上記にて指摘した主磁極層の形成に関する高精度化とフレアポイントの適正化との両立化の実現に関して、何らの指針も得られない。

#### 【0012】

##### 【特許文献1】

特開平6-274811号公報

##### 【特許文献2】

特開 2 0 0 2 - 1 9 7 6 1 1 号公報

【特許文献 3】

特開 2 0 0 2 - 1 9 7 6 1 5 号公報

【特許文献 4】

特開平 6 - 1 8 0 8 1 0 号公報

【0 0 1 3】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第 1 の目的は、記録性能を向上させることが可能な薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0 0 1 4】

また、本発明の第 2 の目的は、主磁極層の形成に関する高精度化とフレアポイントの適正化とを両立し、製造面から記録性能の向上に寄与可能な薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0 0 1 5】

【課題を解決するための手段】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁束を発生させる薄膜コイルと、記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅を有する一定幅領域と、この一定幅領域よりも大きな幅を有する拡幅領域とを含む平面形状を有すると共に、記録媒体に対向する記録媒体対向面に一端面が露出するように配設された主磁極層と、記録媒体対向面から一端面が後退し、主磁極層の一部と対向するように配設された補助磁極層と、主磁極層と補助磁極層との間に、これらの 2 つの層により挟まれるように配設された非磁性層とを含む積層構造を有し、薄膜コイルにおいて発生した磁束を記録媒体に向けて放出する磁極層と、を備えたものであり、磁極層のうちの主磁極層が、記録媒体対向面からこの面と離れる方向に一定幅をもって延在する第 1 の主磁極層部分と、この第 1 の主磁極層部分の後方に連結され、第 1 の主磁極層部分よりも大きな幅を有する第 2 の主磁極層部分と、を含み、磁極層の幅が一定幅領域から拡幅領域へと広がる拡幅位置が、第 1 の主磁極層部分と第 2 の主磁極層部分との連結位置によって規定されており、主磁極層のうちの第 2 の主磁極層部分が、拡幅位置からこの位置と離れる方向に向かって次第に幅が広がる主磁極拡幅部分を有するものである。

## 【 0 0 1 6 】

本発明の薄膜磁気ヘッドでは、主磁極層内を第 2 の主磁極層部分から第 1 の主磁極層部分に磁束が流れ込む際、その磁束が、第 2 の主磁極層部分のうちの主磁極拡幅部分の幅の減少に応じて徐々に絞り込まれながら第 1 の主磁極層部分に流入する。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁束を発生させる薄膜コイルと、記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅を有する一定幅領域と、この一定幅領域よりも大きな幅を有する拡幅領域とを含む平面形状を有すると共に、記録媒体に対向する記録媒体対向面に一端面が露出するように配設された主磁極層と、記録媒体対向面から一端面が後退し、主磁極層の一部と対向するように配設された補助磁極層と、主磁極層と補助磁極層との間に、これらの 2 つの層により挟まれるように配設された非磁性層とを含む積層構造パターンを有し、薄膜コイルにおいて発生した磁束を記録媒体に向けて放出する磁極層と、磁極層に隣接するようにパターン配設された非磁性マスク層とを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法であり、磁極層を形成する工程が、主磁極層の前準備層としての前駆主磁極層と、非磁性層の前準備層としての前駆非磁性層とをこの順に形成して積層させる第 1 の工程と、この前駆非磁性層上の、拡幅領域に対応する領域に、補助磁極層の前準備層として、拡幅領域を画定する前駆補助磁極層パターンを形成する第 2 の工程と、前駆補助磁極層パターンおよびその周辺領域上に、非磁性マスク層の前準備層としての前駆非磁性マスク層を形成する第 3 の工程と、この前駆非磁性マスク層上の、一定幅領域および拡幅領域の双方に対応する領域に、マスク層を形成する第 4 の工程と、このマスク層を使用し、前駆非磁性マスク層をエッチングしてパターンニングすることにより、一定幅領域を画定する非磁性マスク層を形成すると共に、引き続き連続的に、非磁性マスク層および前駆補助磁極層パターンの双方をマスクとして使用し、前駆非磁性層をエッチングしてパターンニングすることにより前駆非磁性層パターンを形成する第 5 の工程と、非磁性マスク層を使用し、前駆補助磁極層パターンをエッチングしてパターンニングすることにより補助磁極層を形成すると共に、引き続き連続的に、非磁性マスク層、前駆補助磁極層

パターンおよび前駆非磁性層パターンをマスクとして使用して、前駆主磁極層と共に前駆非磁性層パターンをエッチングし、前駆非磁性層パターンの両翼を選択的に削って次第に幅が広がるように後退させることにより非磁性層を形成すると共に、前駆非磁性層パターンの形状変化に応じて前駆主磁極層をパターンニングすることにより主磁極層を形成する第6の工程とを含むようにしたものである。

#### 【0018】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず、第1の工程において、主磁極層の前準備層としての前駆主磁極層と、非磁性層の前準備層としての前駆非磁性層とがこの順に形成されて積層される。続いて、第2の工程において、前駆非磁性層上の、拡幅領域に対応する領域に、補助磁極層の前準備層として、拡幅領域を画定する前駆補助磁極層パターンが形成される。続いて、第3の工程において、前駆補助磁極層パターンおよびその周辺領域上に、非磁性マスク層の前準備層としての前駆非磁性マスク層が形成される。続いて、第4の工程において、前駆非磁性マスク層上の、一定幅領域および拡幅領域の双方に対応する領域に、マスク層が形成される。続いて、第5の工程において、マスク層が使用され、前駆非磁性マスク層がエッチングされてパターンニングされることにより、一定幅領域を画定する非磁性マスク層が形成されると共に、引き続き連続的に、非磁性マスク層および前駆補助磁極層パターンの双方がマスクとして使用され、前駆非磁性層がエッチングされてパターンニングされることにより前駆非磁性層パターンが形成される。続いて、第6の工程において、非磁性マスク層が使用され、前駆補助磁極層パターンがエッチングされてパターンニングされることにより補助磁極層が形成されると共に、引き続き連続的に、非磁性マスク層、前駆補助磁極層パターンおよび前駆非磁性層パターンがマスクとして使用されて、前駆主磁極層と共に前駆非磁性層パターンがエッチングされ、前駆非磁性層パターンの両翼が選択的に削られて次第に幅が広がるように後退させられることにより非磁性層が形成されると共に、前駆非磁性層パターンの形状変化に応じて前駆主磁極層がパターンニングされることにより主磁極層が形成される。これにより、主磁極層、非磁性層および補助磁極層を含む積層構造を有する磁極層が形成される。

#### 【0019】

本発明の薄膜磁気ヘッドでは、主磁極拡幅部分のうちの記録媒体対向面に近い側の端面が、第1の主磁極層部分から離れるにしたがって次第に傾斜しているのが好ましい。

#### 【0020】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、補助磁極層が、連結位置から一定幅をもって、第1の主磁極層部分の延在方向と同じ方向に延在する第1の補助磁極層部分と、この第1の補助磁極層部分の後方に連結され、第1の補助磁極層部分よりも大きな幅を有する第2の補助磁極層部分と、を含み、補助磁極層のうちの第2の補助磁極層部分が、第1の補助磁極層部分と第2の補助磁極層部分との連結位置からこの位置と離れる方向に向かって次第に幅が広がる補助磁極拡幅部分を有するのが好ましい。

#### 【0021】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、磁極層に、第1の主磁極層部分、第1の補助磁極層部分および第2の補助磁極層部分の合成体に対応した平面形状を有する非磁性マスク層が隣接されているのが好ましい。

#### 【0022】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、主磁極層が、補助磁極層の飽和磁束密度以上の飽和磁束密度を有する材料により構成されているのが好ましい。

#### 【0023】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、磁極層が、記録媒体をその表面と直交する方向に磁化させるための磁束を放出するように構成されていてもよい。

#### 【0024】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第1の工程において、前駆補助磁極層パターンよりもエッチング速度が遅い材料を用いて前駆非磁性層を形成し、第3の工程において、前駆補助磁極層パターンおよび前駆主磁極層の双方よりもエッチング速度が遅い材料を用いて前駆非磁性マスク層を形成するのが好ましい。

#### 【0025】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第4の工程において、マスク層を形成したのち、そのマスク層の、一定幅領域に対応する部分を幅方向から選

択的にエッチングすることにより、一定幅領域に対応する部分の幅を狭め、第5の工程において、一定幅領域に対応する部分の幅が狭められたマスク層を使用して、エッチング処理を行うのが好ましい。この場合には、イオンミリングを用い、マスク層の延在面と直交する方向に対して70度±5度の角度をなす方向からイオンビームを照射しながら、マスク層のエッチング処理を行うのが好ましい。

#### 【0026】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第4の工程において、めっき膜を成長させることにより、マスク層を形成するのが好ましい。

#### 【0027】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第6の工程において、イオンミリングを用い、前駆補助磁極層パターンの延在面と直交する方向に対して35度±10度の角度をなす方向からイオンビームを照射しながらエッチング処理を行うのが好ましい。この場合には、主磁極層を形成したのち、さらに、その主磁極層の、一定幅領域に対応する部分に対して、イオンミリングを用いて主磁極層の延在面と直交する方向に対して60度±10度の角度をなす方向からイオンビームを照射しながらエッチング処理を施すようにしてもよい。

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0028】

##### <薄膜磁気ヘッドの構成>

まず、図1～図3を参照して、本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの構成について説明する。図1は薄膜磁気ヘッドの断面構成を表しており、(A)はエアベアリング面に平行な断面、(B)はエアベアリング面に垂直な断面をそれぞれ示している。図2は図1に示した薄膜磁気ヘッドの要部の斜視構成を拡大して表し、図3は薄膜磁気ヘッドの要部の平面構成を拡大して表している。なお、図1に示した上向きの矢印Bは、薄膜磁気ヘッドに対して記録媒体(図示せず)が相対的に進行する方向、すなわち記録媒体の進行方向を表している。

#### 【0029】

以下の説明では、図1～図3の各図中におけるX軸方向の寸法を「幅」、Y軸

方向の寸法を「長さ」、Z軸方向の寸法を「厚さ」とそれぞれ表記する。また、Y軸方向のうちのエアベアリング面に近い側を「前側または前方」、その反対側を「後側または後方」とそれぞれ表記するものとする。これらの表記内容は、後述する図4以降においても同様とする。

### 【0030】

この薄膜磁気ヘッドは、例えば、記録・再生の双方の機能を実行可能な複合型ヘッドであり、図1に示したように、例えばアルティック ( $Al_2O_3 \cdot TiC$ ) などのセラミック材料よりなる基板1上に、例えば酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$  ; 以下、単に「アルミナ」という。) などの非磁性絶縁材料よりなる絶縁層2と、磁気抵抗効果 (MR ; Magneto-resistive) を利用して再生処理を実行する再生ヘッド100Aと、例えばアルミナなどの非磁性材料よりなる非磁性層7と、垂直記録方式により記録処理を実行する単磁極型の記録ヘッド100Bと、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料よりなるオーバーコート層16とがこの順に積層された構成をなしている。

### 【0031】

#### 《再生ヘッドの構成》

再生ヘッド100Aは、例えば、下部シールド層3と、シールドギャップ膜4と、上部シールド層5とがこの順に積層された構成をなしている。シールドギャップ膜4には、記録媒体に対向する記録媒体対向面 (エアベアリング面) 20に一端面が露出するように、再生素子としてのMR素子6が埋設されている。

### 【0032】

下部シールド層3および上部シールド層5は、例えば、いずれもニッケル鉄合金 ( $NiFe$  (例えば  $Ni : 80$  重量%,  $Fe : 20$  重量%)) ; 以下、単に「パーマロイ (商品名)」という。) などの磁性材料により構成されており、それらの厚さはいずれも約  $1.0 \mu m \sim 2.0 \mu m$  である。シールドギャップ膜4は、MR素子6を周囲から電氣的に分離するものであり、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料により構成されている。MR素子6は、例えば、巨大磁気抵抗効果 (GMR ; Giant Magneto-resistive) またはトンネル磁気抵抗効果 (TMR ; Tunneling Magneto-resistive) などを利用して再生処理を実行するものである。

## 【0033】

## 《記録ヘッドの構成》

記録ヘッド100Bは、例えば、リターンヨーク層8と、開口9Kを有するギャップ層9により埋設された磁束発生用の薄膜コイル10と、開口9Kにおいてリターンヨーク層8と磁氣的に連結されたヨーク層11と、このヨーク層11を介してリターンヨーク層8と磁氣的に連結された主磁極層12と、この主磁極層12と共に非磁性層13を挟む補助磁極層14と、バッファ層15とがこの順に積層された構成をなしている。なお、図3では、非磁性層13およびバッファ層15の図示を省略している。ここで、主磁極層12、非磁性層13および補助磁極層14がこの順に積層された積層構造体为本発明における「磁極層」の一具体例に対応する。

## 【0034】

リターンヨーク層8は、主に、主磁極層12から外部に放出された磁束を記録ヘッド100Bに取り込むためのものである。このリターンヨーク層8は、例えばパーマロイ（例えばNi:80重量%, Fe:20重量%）などの磁性材料により構成されており、その厚さは約 $1.0\mu\text{m}$ ~ $5.0\mu\text{m}$ である。

## 【0035】

ギャップ層9は、リターンヨーク層8上に配設され、開口9Kが設けられたギャップ層部分9Aと、このギャップ層部分9A上に配設され、薄膜コイル10の各巻線間およびその周辺領域を覆うギャップ層部分9Bと、ギャップ層部分9A、9Bを部分的に覆うギャップ層部分9Cとを含んで構成されている。ギャップ層部分9Aは、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料により構成されており、その厚さは約 $0.1\mu\text{m}$ ~ $1.0\mu\text{m}$ である。ギャップ層部分9Bは、例えば、加熱されることにより流動性を示すフォトレジスト（感光性樹脂）やスピノングラス（SOG）などにより構成されている。ギャップ層部分9Cは、例えばアルミナやシリコン酸化物（ $\text{SiO}_2$ ）などの非磁性絶縁材料により構成されており、その厚さはギャップ層部分9Bの厚さよりも大きくなっている。

## 【0036】

ヨーク層11は、主に、リターンヨーク層8と主磁極層12とを磁氣的に連結

させるためのものであり、例えばパーマロイ（例えばNi：80重量%，Fe：20重量%）などの磁性材料により構成されている。このヨーク層11は、例えば、その厚さ方向における表面の位置がギャップ層部分9Cの同方向における表面の位置と一致しており、すなわちギャップ層部分9Cと共に平坦面Mを構成している。

#### 【0037】

薄膜コイル10は、例えば、銅（Cu）などの高導電性材料により構成されており、リターンヨーク層8とヨーク層11との連結部分を中心としてスパイラル状に巻回する巻線構造をなしている。なお、図1および図3では、薄膜コイル10を構成する複数の巻線のうちの一部のみを示している。

#### 【0038】

主磁極層12、非磁性層13および補助磁極層14がこの順に積層された積層構造体（以下、単に「積層構造体」ともいう。）は、主に、薄膜コイル10において発生した磁束を収容し、その磁束を記録媒体（図示せず）に向けて放出するものである。この積層構造体は、例えば、図3に示したように、全体として、記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅W1を有する一定幅領域R1と、この一定幅領域R1よりも大きな幅W2（ $W2 > W1$ ）を有する拡幅領域R2とを含む平面形状を有している。この「平面形状」とは、主磁極層12、非磁性層13および補助磁極層14よりなる積層構造体の平面構成のシルエット形状の意であり、具体的には、図3において太線で示した領域の形状のことである。積層構造体の幅が一定幅領域R1から拡幅領域R2へと広がる位置は、薄膜磁気ヘッドの記録性能を決定する重要な因子のうちの1つである「フレアポイント（拡幅位置）FP」に相当する。主磁極層12と補助磁極層14とは、例えば、互いに異なる平面形状を有している。

#### 【0039】

主磁極層12は、主要な磁束の流路となる部分である。この主磁極層12は、例えば、補助磁極層14の飽和磁束密度以上の飽和磁束密度を有する磁性材料、例えばパーマロイ（例えばNi：80重量%，Fe：20重量%あるいはNi：45重量%，Fe：55重量%）、窒化鉄（FeN）または鉄コバルト系合金な

どにより構成されており、その厚さは約  $0.1\mu\text{m}$  ~  $0.5\mu\text{m}$  である。鉄コバルト系合金としては、例えば、鉄コバルト合金 ( $\text{FeCo}$ )、鉄コバルト合金窒化物 ( $\text{FeCoN}$ )、鉄コバルト合金酸化物 ( $\text{FeCoO}$ )、ニッケル鉄コバルト合金 ( $\text{CoFeNi}$ ) などが挙げられる。

#### 【0040】

この主磁極層 12 は、一端面がエアベアリング面 20 に露出し、このエアベアリング面 20 から後方に向かって延在しており、例えば、エアベアリング面 20 から順に、先端部 12A と、この先端部 12A の後方に連結された後端部 12B とを含んで構成されている。先端部 12A は、主に、記録用の垂直磁界を発生させるために外部に磁束を放出する主要な磁束放出部分として機能するものである。この先端部 12A は、記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅  $W1$  を有しており、その平面形状によって一定幅領域  $R1$  が規定されている。後端部 12B は、主に、薄膜コイル 10 において発生した磁束を収容するための主要な磁束収容部分として機能するものである。この後端部 12B は、先端部 12A よりも大きな幅  $W2$  ( $W2 > W1$ ) を有しており、先端部 12A と後端部 12B との連結位置によってフレアポイント  $FP$  が規定されている。なお、ギャップ層部分 9C のうち、先端部 12A の周辺領域は、部分的に掘り下げられている。

#### 【0041】

特に、後端部 12B は、図 2 および図 3 に示したように、フレアポイント  $FP$  から後方に向かって次第に幅が広がる前方部分 12BF と、この前方部分 12BF に連結され、一定幅  $W2$  を有する後方部分 12BR とを含んで構成されている。図 2 に示したように、前方部分 12BF の前端面  $E$  (エアベアリング面 20 に近い側の端面) は、先端部 12A から離れるにしたがって次第に主磁極層 12 の延在面 ( $X$  軸および  $Y$  軸を含む平面) に対して傾斜している。この前端面  $E$  が主磁極層 12 の延在面に対してなす角度を傾斜角度  $\alpha$  とすると、後端部 12B の両翼端位置  $WP$  (図 3 参照) における傾斜角度  $\alpha$  は、例えば、約  $10$  度 ~  $60$  度、具体的には約  $30$  度である。ここで、先端部 12A が本発明における「第 1 の主磁極層部分」の一具体例に対応し、後端部 12B が本発明における「第 2 の主磁極層部分」に対応する。また、後端部 12B を構成する前方部分 12BF が本発

明における「主磁極拡幅部分」の一具体例に対応する。

#### 【0042】

非磁性層 13 は、主に、主磁極層 12 の形成時においてエッチング処理の進行を抑制するためのストッパ層として機能するものであり、主磁極層 12 と補助磁極層 14 との間に、これらの 2 つの層により挟まれるように配設されている。なお、ストッパ層としての非磁性層 13 の機能に関する詳細については、以下の「薄膜磁気ヘッドの製造方法」の項において説明する。この非磁性層 13 は、例えば、補助磁極層 14 よりもエッチング速度が遅い非磁性材料、具体的にはアルミナにより構成されており、その厚さは約  $0.015\mu\text{m} \sim 0.65\mu\text{m}$  である。この非磁性層 13 は、主磁極層 12 に対応した平面形状を有しており、すなわち主磁極層 12 とほぼ同様の平面形状を有している。

#### 【0043】

補助磁極層 14 は、主に、主磁極層 12 の先端部 12A に磁束を供給する補助的な磁束の流路となる部分であり、非磁性層 13 を挟んで主磁極層 12 から完全に分離されている。この補助磁極層 14 は、例えば、パーマロイ（例えば Ni : 80 重量%, Fe : 20 重量%あるいは Ni : 45 重量%, Fe : 55 重量%）やニッケル鉄コバルト合金などの磁性材料により構成されており、その厚さは約  $0.1\mu\text{m} \sim 0.6\mu\text{m}$  である。

#### 【0044】

補助磁極層 14 は、一端面がエアベアリング面 20 から後退し、そのエアベアリング面 20 から所定の距離（リセス距離  $L = \text{約 } 0.1\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ ）だけ離れて拡幅領域 R2 に配設されている。この補助磁極層 14 は、フレアポイント FP から後方に向かって延在しており、例えば、フレアポイント FP から順に、先端部 12A と同一の一定幅 W1 を有する先端部 14A と、この先端部 14A の後方に連結され、先端部 14A よりも大きな幅を有する後端部 14B とを含んで構成されている。なお、先端部 14A は、必ずしも先端部 12A と同一の一定幅を有している必要はなく、先端部 12A の幅と異なる一定幅を有していてもよい。特に、後端部 14B は、図 2 および図 3 に示したように、先端部 14A と後端部 14B との連結位置から後方に向かって次第に幅が広がる前方部分 14BF と

、この前方部分 14 B F に連結され、一定幅 W 2 を有する後方部分 14 B R とを含んで構成されている。ここで、先端部 14 A が本発明における「第 1 の補助磁極層部分」の一具体例に対応し、後端部 14 B が本発明における「第 2 の補助磁極層部分」の一具体例に対応する。また、後端部 14 B を構成する前方部分 14 B F が本発明における「補助磁極拡幅部分」の一具体例に対応する。

#### 【0045】

バッファ層 15 は、主に、主磁極層 12 や補助磁極層 14 の形成時においてエッチング処理の進行を抑制すると共に、特に、主磁極層 12 の形成途中において、あらかじめ設定されたフレアポイント F P の位置ずれを防止するためのストッパ層として機能するものであり、主磁極層 12、非磁性層 13 および補助磁極層 14 よりなる積層構造体に隣接して配設されている。なお、ストッパ層としてのバッファ層 15 の機能に関する詳細については、後述する。このバッファ層 15 は、例えば、主磁極層 12 や補助磁極層 14 よりもエッチング速度が遅く、かつ反応性イオンエッチング (R I E ; Reactive Ion Etching) を利用してパターンニングしやすい非磁性材料、具体的にはアルミナ、タンタル (T a) またはチタン (T i) などにより構成されており、主磁極層 12 の先端部 12 A と、補助磁極層 14 の先端部 14 A および後端部 14 B との集合体に対応する平面形状を有している。ここで、バッファ層 15 が本発明における「非磁性マスク層」の一具体例に対応する。

#### 【0046】

##### < 薄膜磁気ヘッドの動作 >

次に、図 1 ～ 図 3 を参照して、薄膜磁気ヘッドの動作について説明する。

#### 【0047】

この薄膜磁気ヘッドでは、情報の記録時において、図示しない外部回路を通じて記録ヘッド 100 B の薄膜コイル 10 に電流が流れると、薄膜コイル 10 において磁束が発生する。このとき発生した磁束は、ヨーク層 11 を通じて主に主磁極層 12 に収容されると共に、非磁性層 13 を経由して補助磁極層 14 にも収容される。主磁極層 12 に収容された磁束は後端部 12 B から先端部 12 A に流入し、一方、補助磁極層 14 に収容された磁束も同様に、後端部 14 B から先端部

14Aに流入する。このとき、主磁極層12内を後端部12Bから先端部12Aに流れる磁束は、主磁極層12の幅の減少( $W2 \rightarrow W1$ )に伴い、フレアポイントFPにおいて絞り込まれて集束する。また、補助磁極層14内を後端部14Bから先端部14Aに流入した磁束は、先端部14Aのうちの前端近傍部に集中したのち、再び非磁性層13を経由して主磁極層12の先端部12Aに流入する。これにより、主に、先端部12Aのうちのトレーリング側部分に磁束が集中する。この磁束が先端部12Aから外部に放出されることにより、記録媒体の表面と直交する方向に磁界（垂直磁界）が発生し、この垂直磁界により記録媒体が垂直方向に磁化されるため、記録媒体に磁氣的に情報が記録される。

#### 【0048】

なお、上記した「トレーリング側」とは、記録媒体の進行方向B（図1参照）に向かう記録媒体の移動状態を1つの流れと見た場合に、その流れの流出する側（媒体流出側）をいい、具体的には、厚さ方向（Z軸方向）におけるギャップ層9から遠い側（上側）をいう。これに対して、流れの流入する側（媒体流入側）、すなわちギャップ層9に近い側（下側）は、「リーディング側」と呼ばれている。

#### 【0049】

一方、再生時においては、再生ヘッド100AのMR素子6にセンス電流が流れると、MR素子6の抵抗値が、記録媒体からの再生用の信号磁界に応じて変化する。この抵抗変化をセンス電流の変化として検出することにより、記録媒体に記録されている情報が読み出される。

#### 【0050】

##### <薄膜磁気ヘッドの作用および効果>

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、主磁極層12の後端部12Bが、フレアポイントFPから後方に向かって次第に幅が広がる前方部分12BFを含んで構成されているため、主磁極層12内を後端部12Bから先端部12Aに磁束が流れ込む際、その磁束は前方部分12BFの前端面Eに沿って流れ、すなわち前方部分12BFの幅の減少に応じて徐々に絞り込まれながら先端部12に流入する。この場合には、後端部12Bが全体に渡って一定幅を有し、フレアポイン

トFPにおいて主磁極層12の幅が急に狭まる場合とは異なり、後端部12Bから先端部12Aに流入する磁束が急に絞り込まれることがない。これにより、フレアポイントFPにおける磁束飽和が抑制され、後端部12Bから先端部12Aへ磁束が円滑に流入するため、先端部12Aのトレーリング側部分に十分な磁束が供給される。したがって、本実施の形態では、磁束の放出量が増加し、これにより垂直磁界の発生強度および磁界勾配が確保されるため、記録性能を向上させることができる。

#### 【0051】

また、本実施の形態では、後端部12Bの前端面Eが先端部12Aから離れるにしたがって次第に傾斜しているため、以下の理由により、フレアポイントFPを前方よりに設定しつつ、サイドイレーズの発生を抑制することができる。すなわち、上記「従来の技術」の項において説明したように、磁束供給部分としての後端部12Bをエアベアリング面20に近づければ、トラック幅規定部分としての先端部12Aに十分な磁束を供給可能となるが、後端部12Bをエアベアリング面20に近づけすぎると、先端部12Aだけでなく後端部12Bからも磁束が直接放出され、この過剰な磁束放出に起因してサイドイレーズが生じるおそれがある。この「サイドイレーズ」とは、過剰に放出された磁束により、本来の記録対象トラック領域以外の隣接トラック領域に不要な書き込みが行われ、その隣接トラック領域に記録されていた情報が意図せずに上書きされる不具合である。この点に関して、本実施の形態では、後端部12Bの前端面Eが先端部12Aから離れるにしたがって次第に傾斜し、前端面Eにおいて両翼端位置WPに近づくほど上端部が下端部よりも後退しているため、その下端部の最前端位置においてフレアポイントFPを規定する一方で、両翼の上端部では、後端部12Bをエアベアリング面20から遠ざけた場合と同様の効果が得られる。したがって、フレアポイントFPを前方よりに設定しつつ、サイドイレーズの発生を抑制することが可能になるのである。

#### 【0052】

また、本実施の形態では、補助磁極層14の後端部14Bが、先端部14Aと後端部14Bとの連結位置から後方に向かって次第に幅が広がる前方部分14B

Fを含んで構成されているため、上記した主磁極層 12 の前方部分 12BF と同様の作用により、補助磁極層 14 内を後端部 14B から前端部 14A に磁束が流れ込む際、先端部 14A 後端部 14B との連結位置における磁束飽和が抑制され、後端部 14B から先端部 14A へ磁束が円滑に流入する。したがって、この観点においても記録性能の向上に寄与することができる。

#### 【0053】

また、本実施の形態では、主磁極層 12 の飽和磁束密度が補助磁極層 14 の飽和磁束密度以上となるようにしたので、補助磁極層 14 よりも、主要な磁束の放出部分である先端部 12A を含む主磁極層 12 において、磁束の収容量が増加する。したがって、この観点においても、垂直磁界強度の確保に寄与することができる。

#### 【0054】

<第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドに関する変形例>

なお、本実施の形態では、非磁性層 7 により上部シールド層 5 とリターンヨーク層 8 とを分離し、これらの上部シールド層 5 とリターンヨーク層 8 とが互いに別体をなすようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、非磁性層 7 を設けず、上部シールド層 5 とリターンヨーク層 8 とを一体化させるようにしてもよい。この場合、上部シールド層 5 とリターンヨーク層 8 との一体化層（上部シールド層兼リターンヨーク）の厚さは、適宜設定可能である。

#### 【0055】

<薄膜磁気ヘッドの製造方法>

次に、図 1 ～図 13 を参照して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。図 4 ～図 8 は薄膜磁気ヘッドの製造工程における一連の工程の断面構成を表し、図 9 ～図 13 はそれぞれ図 4 ～図 8 に示した各工程に対応する斜視構成を表している。

#### 【0056】

以下では、まず、薄膜磁気ヘッド全体の製造方法の概略について説明したのち、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法が適用される要部、すなわち主磁極層 12、非磁性層 13 および補助磁極層 14 よりなる積層構造体の形成方法について詳

細に説明する。なお、薄膜磁気ヘッドの製造方法および要部の形成方法を説明する際には、各構成要素の形成材料、形成位置および構造的特徴等については上記＜薄膜磁気ヘッドの構成＞の項において既に詳述したので、その説明を随時省略するものとする。

#### 【 0 0 5 7 】

##### 《薄膜磁気ヘッドの製造方法》

この薄膜磁気ヘッドは、主に、めっき処理やスパッタリングなどの成膜技術、フォトリソグラフィ処理などのパターンニング技術、ならびにドライエッチングなどのエッチング技術等を含む薄膜プロセスを利用して、各構成要素を順次形成して積層させることにより製造される。すなわち、まず、基板 1 上に絶縁層 2 を形成したのち、この絶縁層 2 上に、下部シールド層 3 と、MR 素子 6 を埋設したシールドギャップ膜 4 と、上部シールド層 5 とをこの順に積層させることにより、再生ヘッド 1 0 0 A を形成する。

#### 【 0 0 5 8 】

続いて、再生ヘッド 1 0 0 A 上に非磁性層 7 を形成したのち、この非磁性層 7 上に、リターンヨーク層 8 と、開口 9 K を有し、薄膜コイル 1 0 を埋設したギャップ層 9 ( 9 A, 9 B, 9 C ) と、開口 9 K においてリターンヨーク層 8 と磁氣的に連結されたヨーク層 1 1 と、このヨーク層 1 1 を介してリターンヨーク層 8 と磁氣的に連結された主磁極層 1 2 と、非磁性層 1 3 と、補助磁極層 1 4 と、バッファ層 1 5 とをこの順に積層させることにより、記録ヘッド 1 0 0 B を形成する。

#### 【 0 0 5 9 】

最後に、記録ヘッド 1 0 0 B 上にオーバーコート層 1 6 を形成したのち、機械加工や研磨加工を利用してエアベアリング面 2 0 を形成することにより、薄膜磁気ヘッドが完成する。

#### 【 0 0 6 0 】

##### 《薄膜磁気ヘッドの要部の形成方法》

薄膜磁気ヘッドの要部を形成する際には、ヨーク層 1 1 を形成し、このヨーク層 1 1 とギャップ層部分 9 C とにより平坦面 M を構成したのち、まず、図 4 およ

び図9に示したように、平坦面M上に、例えばスパッタリングを利用して、高飽和磁束密度材料よりなる前駆主磁極層12Xと、非磁性材料よりなる前駆非磁性層13Xと、高飽和磁束密度材料よりなる前駆補助磁極層14Xとをこの順に形成して積層させる。この前駆主磁極層12Xは、後工程においてパターンニングされることにより主磁極層12となる前準備層であり、同様に、前駆非磁性層13Xは非磁性層13となる前準備層、前駆補助磁極層14Xは補助磁極層14となる前準備層である。前駆主磁極層12Xの形成材料としては、例えば、前駆補助磁極層14Xの形成材料の飽和磁束密度以上の飽和磁束密度を有するものを用いるようにする。具体的には、例えば、前駆主磁極層12Xの形成材料として鉄コバルト系合金（例えばFeCo, FeCoN, FeCoO）を用い、前駆補助磁極層14Xの形成材料としてパーマロイ（例えばNi:80重量%, Fe:20重量%あるいはNi:45重量%, Fe:55重量%）を用いるようにする。また、前駆非磁性層13Xの形成材料としては、例えば、前駆補助磁極層14Xよりもエッチング速度が遅い材料を用い、具体的にはアルミナを用いるようにする。

#### 【0061】

続いて、前駆補助磁極層14X上にフォトレジスト膜（図示せず）を形成したのち、フォトリソグラフィ処理を利用してフォトレジスト膜をパターンニングすることにより、図4および図9に示したように、エッチング用のマスク層31を形成する。このマスク層31を形成する際には、フォトリソグラフィ処理時におけるフォトレジスト膜中の露光範囲を調整することにより、前駆補助磁極層14Xのうち、最終的に形成されることとなる主磁極層12のフレアポイントFPよりも後方の領域、すなわち拡幅領域R2（図3参照）に対応する領域を覆うようにする。具体的には、例えば、最終的にエアベアリング面20を形成した際、そのエアベアリング面20よりもリセス距離L（=約0.2 $\mu$ m~1.0 $\mu$ m）だけ後退可能なように、マスク層31の前端縁を位置合わせする。

#### 【0062】

続いて、図9に示したように、マスク層31を使用し、例えばイオンミリングを利用して全体にエッチング処理を施すことにより、前駆補助磁極層14Xをパ

ターニングする。このエッチング処理により、前駆補助磁極層 14 Xのうち、フレアポイント F Pよりも前方の領域が選択的に除去され、図 5 および図 10 に示したように、拡幅領域 R 2 を画定する前駆補助磁極層パターン 14 Y が形成される。この際、マスク層 3 1 により覆われていなかった領域、すなわちフレアポイント F P よりも前方の領域では、エッチング速度の遅いアルミナよりなる前駆非磁性層 13 X がストッパ層として機能するため、前駆補助磁極層 14 X が除去されたのち、前駆非磁性層 13 X が僅かに掘り下げられる程度に留まる。これにより、エッチング処理の過剰進行が抑制されるため、エッチング対象外の前駆主磁極層 12 X までエッチングされることが防止される。

#### 【0063】

続いて、図 6 および図 11 に示したように、前駆非磁性層 13 X の露出面および前駆補助磁極層パターン 14 Y の表面を覆うように、例えばスパッタリングを利用して、非磁性材料よりなる前駆バッファ層 15 X を形成する。この前駆バッファ層 15 X は、後工程においてパターンニングされることによりバッファ層 15 となる前準備層であり、前駆非磁性層 13 X と前駆補助磁極層パターン 14 Y とにより構成された下地構造に対応して、段差部 D を含んで形成される。前駆バッファ層 15 X の形成材料としては、例えば、前駆主磁極層 12 や前駆補助磁極層 14 X の双方よりもエッチング速度が遅い材料を用い、具体的にはアルミナを用いるようにする。ここで、前駆バッファ層 15 X が本発明における「前駆非磁性マスク層」の一具体例に対応する。

#### 【0064】

続いて、図 6 および図 11 に示したように、例えばめっき処理を利用して、前駆バッファ層 15 X 上の、一定幅領域 R 1 および拡幅領域 R 2（図 3 参照）の双方に対応する領域にめっき膜を成長させることにより、例えばパーマロイよりなるエッチング用のマスク層 3 2 を形成する。このマスク層 3 2 を形成する際には、例えば、最終的に形成されることとなる補助磁極層 14 の平面形状にほぼ対応して、先端部 14 A の幅 W 1 よりも大きな幅 W 3 ( $W3 > W1$ ) を有する先端部 3 2 A と、この前方部分 3 2 A よりも大きな幅を有する後端部 3 2 B とを含むパターン形状をなすようにし、特に、後工程においてエアベアリング面 20 となる

位置から段差部Dを経由して後方まで先端部32Aを延在させると共に、先端部32Aの延在方向を段差部Dに対して直交させる。ここで、マスク層32が本発明における「マスク層」の一具体例に対応する。

#### 【0065】

続いて、図11に示したように、イオンミリング利用してマスク層32をエッチングし、マスク層32のうちの一定幅領域R1に対応する部分、すなわち先端部32Aの幅を狭める。具体的には、例えば、マスク層32の延在面（X軸およびY軸を含む平面）に対する垂線Pから比較的大きな角度（照射角度） $\theta_1 = \text{約 } 70^\circ \pm 5^\circ$ をなす方向からイオンビームを照射しながら、マスク層32の先端部32Aに対して選択的にエッチング処理を施す。この際、例えば、垂線Pと平行なマスク層32の中心線Tを軸として、全体を角度（揺動角度） $\omega_1 = \text{約 } 22.5^\circ \pm 4.5^\circ$ だけ両幅方向に揺動させるようにする。ただし、必ずしも全体を揺動させなければならないわけではなく、例えば、全体を回転（ローテーション）させるようにしてもよい。このエッチング処理により、主に、厚さ方向のエッチング作用よりも幅方向のエッチング作用が優先され、この幅方向のエッチング作用に基づいて先端部32Aが両幅方向から削られることにより、図7および図12に示したように、先端部32Aの幅が、 $W_3$ より小さい $W_1$ （ $W_1 < W_3$ ）となる。

#### 【0066】

以下では、特に、上記した先端部32Aの幅を狭小化するための幅方向エッチング処理を「コントロールトリム」と呼ぶこととする。マスク層32の周辺領域は、前駆非磁性層13Xと同様にストッパ層として機能する前駆バッファ層15Xにより覆われているため、コントロールトリム時の影響が前駆補助磁極層パターン14Yにおよぶことはない。

#### 【0067】

続いて、図12に示したように、マスク層32を使用し、例えばRIEを利用して全体にエッチング処理を施すことにより、前駆バッファ層15Xをパターンニングする。このエッチング処理により、前駆バッファ層15Xのうち、マスク層32に対応する部分以外の領域が選択的に除去されることにより、図8および図

13に示したように、マスク層32と同一の平面形状を有するように、一定幅領域R1を画定するバッファ層15が形成される。

#### 【0068】

このバッファ層15を形成する際には、引き続き連続的に、マスク層32および前駆補助磁極層パターン14Yの双方と共にバッファ層15をマスクとして前駆非磁性層13Xをパターンニングする。このエッチング処理により、図8および図13に示したように、バッファ層15と前駆補助磁極層パターン14Yとの合成体に対応する平面形状を有するように前駆非磁性層パターン13Yが形成される。これらのバッファ層15や前駆非磁性層パターン13Yを形成するためのエッチング処理によりマスク層32自体が削られるため、その厚さが目減りする。前駆非磁性層パターン13Yの形成時点でマスク層32が残存するようにしてもよいし（図8および図13参照）、あるいは残存しないようにしてもよい。なお、バッファ層15の形成工程と前駆非磁性層パターン13Yの形成工程とを必ずしも同一の工程において連続的に行う必要はなく、これらの工程を別個に行うことも可能であるが、製造工程の簡略化を考慮するならば、同一工程において連続的に行うのが好ましい。

#### 【0069】

続いて、図13に示したように、バッファ層15をマスクとして使用し、例えばイオンミリングを利用して全体にエッチング処理を施すことにより、前駆補助磁極層パターン14Yをパターンニングする。具体的には、例えば、前駆補助磁極層パターン14Yの延在面（X軸およびY軸を含む平面）に対する垂線Pから比較的小さな照射角度 $\theta_2 = \text{約} 35 \text{度} \pm 10 \text{度}$ をなす方向からイオンビームを照射しながら、前駆補助磁極層パターン14Yに対してエッチング処理を施す。この際、例えば、図13に示したように、中心線Tを軸として、全体を揺動角度 $\omega_2 = \text{約} 22.5 \text{度} \pm 4.5 \text{度}$ だけ両幅方向に揺動させるようにする。このエッチング処理により、主に、幅方向のエッチング作用よりも厚さ方向のエッチング作用が優先され、この厚さ方向のエッチング作用に基づいて前駆補助磁極層パターン14Yが深さ方向に削られることにより、図1および図2に示したように、バッファ層15とはほぼ同様の平面形状を有し、前方から順に先端部14Aおよび後端部1

4 Bを含むように補助磁極層 1 4 が形成される。この補助磁極層 1 4 では、後方に向かって次第に幅が広がる前方部分 1 4 B F と、一定幅 W 2 を有する後方部分 1 4 B R とを含むように後端部 1 4 B が構成される。なお、補助磁極層 1 4 を形成する際には、コントロールトリム時と同様に、全体を揺動させる代わりにローテーションさせるようにしてもよい。

#### 【0070】

この補助磁極層 1 4 を形成する際には、引き続き連続的に、バッファ層 1 5、前駆補助磁極層パターン 1 4 Y および前駆非磁性層パターン 1 3 Y をマスクとして、前駆主磁極層 1 2 X と共に前駆非磁性層パターン 1 4 Y をエッチングする。このエッチング処理により、マスクとして用いられている前駆非磁性層パターン 1 3 Y のうち、バッファ層 1 5 により覆われている部分が削られることなく、バッファ層 1 5 により覆われていない部分が選択的に削られて次第に幅が広がるようにテーパ状に後退するため、この前駆非磁性層パターン 1 3 Y の形状変化に応じて、前駆主磁極層 1 2 X も同様に、バッファ層 1 5 により覆われている部分（被覆部） 1 2 Y V が削られることなく、バッファ層 1 5 により覆われていない部分（両翼部） 1 2 Y W が選択的に削られて後退するようにパターンニングされる。これにより、図 1 および図 2 に示したように、前方側から順に、一定幅 W 1 を有する先端部 1 2 A と、この先端部 1 2 A の幅 W 1 よりも大きな幅 W 2 を有する後端部 1 2 B とを含むように主磁極層 1 2 が形成されると共に、この主磁極層 1 2 とほぼ同様の平面形状を有するように非磁性層 1 3 が形成される。この主磁極層 1 2 では、フレアポイント F P から後方に向かって次第に幅が広がる前方部分 1 2 B F と、一定幅 W 2 を有する後方部分 1 2 B R とを含むように後端部 1 2 B が構成されるとと共に、後端部 1 2 B の前端面 E が先端部 1 2 A から離れるにしたがって次第に傾斜する。

#### 【0071】

以下では、特に、上記した補助磁極層 1 4、非磁性層 1 3 および主磁極層 1 2 を形成するための掘り込みエッチング処理を「掘り込みトリム」と呼ぶこととする。なお、掘り込みトリムにより、先端部 1 2 A の周辺領域では、ギャップ層部分 9 C が選択的に掘り下げられることとなる。これにより、主磁極層 1 2、非磁

性層 13 および補助磁極層 14 よりなる積層構造体が完成する。

#### 【0072】

なお、主磁極層 12 を形成したのちには、例えば、必要に応じて、主磁極層 12 のうちの一定幅領域 R1 に対応する部分、すなわち先端部 12A の形状を整えるために、さらに、イオンミリングを利用し、主磁極層 12 の延在面に対して約 60 度±10 度の照射角度をなす方向からイオンビームを照射しながら、先端部 12A にエッチング処理を施すようにしてもよい。このエッチング処理によれば、主磁極層 12 の延在面に対して側面が垂直をなすように先端部 12A の形状を調整することが可能である。

#### 【0073】

なお、上記《薄膜磁気ヘッドの要部の形成方法》の項では、説明の便宜上、エッチングを利用した一連のパターニング処理が完了した時点で主磁極層 12、非磁性層 13 および補助磁極層 14 が完成する旨を記載しているが、これらの主磁極層 12、非磁性層 13 および補助磁極層 14 は、実際には、一連のパターニング処理が完了したのち、エアベアリング面 20 の形成工程を経て最終的に完成する。

#### 【0074】

＜薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する作用および効果＞

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、エッチング速度の遅いバッファ層 15 や非磁性層 13（前駆非磁性層パターン 13Y）をストップ層として使用した一連のパターニング工程を経て主磁極層 12 を形成するようにしたので、以下の理由により、主磁極層 12 の形成に関する高精度化とフレアポイント FP の適正化とを両立し、記録性能の向上に寄与することが可能な薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

#### 【0075】

すなわち、本実施の形態では、主磁極層 12 の形成工程において、前駆主磁極層 12X をパターニングして主磁極層 12 を形成する際、バッファ層 15 をマスクとして使用して先端部 12A を形成すると共に、バッファ層 15、前駆補助磁極層パターン 14Y および前駆非磁性層パターン 13Y をマスクとして使用して

後端部 12B を形成しているため、主に、主磁極層 12 の形成上、以下の 2 つの利点が得られる。

#### 【0076】

第 1 に、先端部 12A を形成する際、エッチングの影響を受けてバッファ層 15 が形崩れしにくいエッチング条件下において、そのバッファ層 15 をマスクとして前駆主磁極層 12X がパターンニングされるため、目標通りの微小幅 W1 となるように先端部 12A を高精度に形成可能となる。

#### 【0077】

第 2 に、後端部 12B を形成する際、前駆主磁極層 12X の被覆部 12YV は、エッチング速度の遅い前駆非磁性層パターン 13Y で覆われた上、さらに、同様にエッチング速度の遅いバッファ層 15 で覆われており、これらの前駆非磁性層パターン 13Y およびバッファ層 15 の双方により被覆部 12YV がエッチングの影響を受けないように二重に保護されているため、前駆主磁極層 12X にエッチング処理を施した際、あらかじめ設定された被覆部 12YV の前端位置（最終的に先端部 12A と後端部 12B との連結位置となる位置）、すなわちフレアポイント FP の位置ずれが防止される。一方、両翼部 12YW は、前駆非磁性層パターン 13Y のみにより覆われ、バッファ層 15 により覆われていないため、エッチングを意図的に過剰進行させることにより前駆非磁性層パターン 13Y の両翼が削られて後退すると、その前駆非磁性層パターン 13Y の形状変化に応じて同様に削られるため、被覆部 12YV を挟んで左右対称にテーパ状に後退する。これにより、フレアポイント FP から後方に向かって幅が広がる前方部分 14BF を含むように後端部 12B を形成可能となる。

#### 【0078】

したがって、本実施の形態では、上記「発明が解決しようとする課題」において説明した従来の場合とは異なり、先端部 12A の形成幅 W1 を高精度に制御すると共にフレアポイント FP を制御し、これらの 2 つの点を両立化させることが可能になるため、薄膜磁気ヘッドの製造面から記録性能の向上に寄与することが可能となるのである。

#### 【0079】

特に、本実施の形態では、上記したように、エッチング速度の遅い前駆バッファ層 15 X や前駆非磁性層パターン 13 Y がエッチング処理の進行を抑制するストッパ層として機能するため、これらの一連のストッパ層を利用しない場合とは異なり、以下の 2 つの観点において、フレアポイント F P の位置ずれを防止することができる。

#### 【0080】

第 1 に、ストッパ層を利用しないと、コントロールトリム時にフレアポイント F P がずれるおそれがある。すなわち、例えば、図 14 に示したように、前駆補助磁極層パターン 14 Y 上に前駆バッファ層 15 X を設けず、その前駆補助磁極層パターン 14 Y 上にマスク層 32 を直接形成した場合には、図 11 に示した場合と同様の条件（イオンミリング、照射角度  $\theta 1$ ）でマスク層 32 をコントロールトリムすると、ストッパ層として機能する前駆バッファ層 15 X が存在しないため、図 15 に示したように、先端部 32 A の幅が狭められた上、さらに、マスク層 32 の形状に沿って前駆補助磁極層パターン 14 Y の前端近傍部が意図せず削られてしまい、最終的にフレアポイント F P となる位置が後退するおそれがある。この点に関して、本実施の形態では、前駆補助磁極層パターン 14 Y とマスク層 32 との間にストッパ層として機能する前駆バッファ層 15 X が設けられ、この前駆バッファ層 15 X により前駆補助磁極層パターン 14 Y が保護されているため、コントロールトリム時にエッチングの影響が前駆補助磁極層パターン 14 Y におよびにくくなる。したがって、フレアポイント F P の位置ずれが防止されるのである。

#### 【0081】

第 2 に、ストッパ層を利用しないと、掘り込みトリム時にフレアポイント F P がずれるおそれがある。すなわち、例えば、図 16 に示したように、前駆主磁極層 12 X と前駆補助磁極層パターン 14 Y との間に前駆非磁性層 13 X を設けず、バッファ層 15 のみをマスクとして使用して前駆主磁極層 12 X をパターンニングする際には、図 13 に示した場合と同様の条件（イオンミリング、照射角度  $\theta 2$ ）で前駆主磁極層 12 X を掘り込みトリムすると、ストッパ層として機能する前駆非磁性層 13 X が存在しないため、図 17 に示したように、バッファ層 15

の形状に沿って前駆主磁極層 12 X の前端近傍部が意図せずに過剰に削られてしまい、フレアポイント F P が後退するおそれがある。これに対して、本実施の形態では、前駆主磁極層 12 X と前駆補助磁極層パターン 14 Y との間にストッパ層として機能する前駆非磁性層 13 X が設けられ、この前駆非磁性層 13 X により前駆主磁極層 12 X が保護されているため、掘り込みトリム時のエッチングの影響がによりフレアポイント F P が後退しにくくなる。したがって、フレアポイント F P の位置ずれが防止されるのである。

#### 【0082】

なお、前駆主磁極層 12 X と前駆補助磁極層パターン 14 Y との間に前駆非磁性層 13 X を設けた本実施の形態の場合と、前駆非磁性層 13 X を設けない比較例の場合との双方について、掘り込みトリム時におけるフレアポイント F P の位置ずれ量を比較したところ、位置ずれ量の標準偏差  $\sigma$  ( $\mu\text{m}$ ) は、本実施の形態において 0.024, 比較例において 0.063 であった。このことから、本実施の形態において、フレアポイント F P の位置ずれ量がより小さくなることが確認された。

#### 【0083】

また、本実施の形態では、上記したように、バッファ層 15 および前駆非磁性層パターン 13 Y の双方をマスクとして使用した特徴的なプロセスを経て、後端部 12 B が左右対称形となるように主磁極層 12 を形成したので、以下の理由により、記録対象トラック領域に隣接した隣接トラック領域に与える悪影響を抑制することができる。

#### 【0084】

すなわち、主磁極層 12 を形成する場合には、広幅の後端部 12 B から狭幅の先端部 12 A に磁束が流入する際、後端部 12 B 内の両幅方向における磁束の流れを均等化するために、図 3 に示したように、後端部 12 B を左右対称形にし、かつ先端部 12 A の中心位置 N A と後端部 12 B の中心位置 N B とを互いに一致させる必要がある。しかしながら、図 2 に示した積層構造体（主磁極層 12, 非磁性層 13, 補助磁極層 14）と同様の構造体を形成するために、例えば、図 18 に示したように、最終的に形成される主磁極層 12 の後端部 12 B に対応する

平面形状を有するように補助磁極層パターン 14 Y を形成したのち、図 19 に示したように、補助磁極層パターン 14 Y 上に前駆バッファ層 15 X およびマスク層 32 を順次形成した上で、上記「薄膜磁気ヘッドの製造方法《薄膜磁気ヘッドの要部の形成方法》」において説明したコントロールトリム以降のプロセスを行う場合には、補助磁極層パターン 14 Y に対するマスク層 32 の位置合わせが十分でないと、図 20 に示したように、後端部 12 B の中心位置 NB に対して先端部 12 A の中心位置 NA がずれるおそれがある。中心位置 NA、NB 間にずれが生じ、後端部 12 B が左右非対象となると、後端部 12 B 内の両幅方向における磁束の流れが不均等になり、幅方向における一方の側において漏れ磁界が相対的に大きくなるため、この過剰な漏れ磁界に起因して隣接トラック領域に悪影響がおよぶおそれがある。

#### 【0085】

これに対して、本実施の形態では、図 13 および図 2 に示したように、掘り込みトリムにより先端部 12 A が形成されると共に、この先端部 12 A の形成位置に基づいて両翼部 12 VW が後退エッチングされることにより後端部 12 B が形成されるため、主磁極層 12 の形成工程において後端部 12 B に対して先端部 12 A が必然的に位置合わせされ、先端部 12 A の中心位置 NA と後端部 12 B の中心位置 NB とが互いに一致する。したがって、後端部 12 B の左右対称性が確保され、これにより後端部 12 B 内の両幅方向における磁束の流れが均等化されるため、後端部 12 B が左右非対称な場合と比較して、隣接トラック領域に与える悪影響が抑制されるのである。

#### 【0086】

また、本実施の形態では、フォトリソグラフィ処理を利用してマスク層 32 を形成したのち、このマスク層 32 をコントロールトリムすることにより先端部 32 A の幅を狭めるようにしたので、フォトリソグラフィ処理を利用して形成可能な幅 W3 よりも小さな幅 W1 となるように先端部 32 A を形成することができる。

#### 【0087】

また、本実施の形態では、前駆バッファ層 15 X をパターニングするためのエ

ツチング手法として、前駆バッファ層 15 X の構成材料である例えばアルミナなどの硬い非磁性材料に対して速いエッチングレートを示す R I E を使用しているため、エッチングレートの遅いイオンミリングを使用する場合と比較して、前駆バッファ層 15 X のパターンニングを短時間で行うことができる。

#### 【0088】

＜薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する変形例＞

なお、本実施の形態では、スパッタリングを利用して前駆主磁極層 12 X や前駆補助磁極層 14 X を形成するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、スパッタリングに代えてめっき処理などの成膜手法を使用するようにしてもよい。

#### 【0089】

以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。具体的には、例えば、上記実施の形態では、本発明を「単磁極型ヘッド」に適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、「リング型ヘッド」に適用してもよい。

#### 【0090】

また、上記実施の形態では、本発明を複合型薄膜磁気ヘッドに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録専用の薄膜磁気ヘッドや、記録・再生兼用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドにも適用可能である。また、本発明は、書き込み用の素子および読み出し用の素子の積層順序を逆転させた構造の薄膜磁気ヘッドについても適用可能である。さらに、本発明は、垂直記録方式の薄膜磁気ヘッドに限らず、長手記録方式の薄膜磁気ヘッドについても適用可能である。

#### 【0091】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッドによれば、主磁極層のうちの第 2 の主磁極層部分を、第 1 の主磁極層部分と第 2 の主磁極層部分との拡幅位置（拡幅位置）からこの位置と離れる方向に

向かって次第に幅が広がる主磁極拡幅部分を有するように構成したので、主磁極層内を第 2 の主磁極層部分から第 1 の主磁極層部分に磁束が流れ込む際、その磁束は、主磁極拡幅部分の幅の減少に応じて徐々に絞り込まれながら第 1 の主磁極層部分に流入する。これにより、拡幅位置における磁束飽和が抑制され、第 2 の主磁極層部分から第 1 の主磁極層部分へ磁束が円滑に流入するため、第 1 の主磁極層部分のトレーリング側部分に十分な磁束が供給される。したがって、磁束の放出量が増加し、これにより垂直磁界の発生強度および磁界勾配が確保されるため、記録性能を向上させることができる。

#### 【 0 0 9 2 】

また、請求項 7 ないし請求項 1 3 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、非磁性マスク層や前駆非磁性層パターンを使用した一連のパターニング工程を経て主磁極層を形成するようにしたので、例えば、エッチング速度の遅い材料を用いて非磁性マスク層や前駆非磁性層パターンを形成し、エッチング処理の進行を抑制するためのストッパ層として非磁性マスク層や前駆非磁性層パターンを利用すれば、主磁極層の形成を高精度に制御すると共にフレアポイントを制御し、これらの 2 つの点を両立化させることが可能になる。したがって、薄膜磁気ヘッドの製造面から記録性能の向上に寄与することができる。

#### 【 0 0 9 3 】

また、上記の他、請求項 2 記載の薄膜磁気ヘッドによれば、主磁極拡幅部分のうちの記録媒体対向面に近い側の端面を、第 1 の主磁極層部分から離れるにしたがって次第に傾斜させたので、その端面の厚さ方向における一方の端部（上端部）が、端面の両翼端に近づくほど他方の端部（下端部）よりも後退する。これにより、他方の端部の最前端位置（記録媒体対向面に最も近い位置）においてフレアポイントを規定する一方で、両翼の一方の端部では第 2 の主磁極層部分を記録媒体対向面から遠ざけた場合と同様の効果が得られるため、フレアポイントを記録媒体対向面に近い側に設定しつつ、サイドイレーズの発生を抑制することができる。

#### 【 0 0 9 4 】

また、請求項 3 記載の薄膜磁気ヘッドによれば、補助磁極層のうちの第 2 の補

助磁極層部分を、第1の補助磁極層部分と第2の補助磁極層部分との連結位置からこの位置と離れる方向に向かって次第に幅が広がる補助磁極拡幅部分を有するように構成したので、上記した主磁極層の主磁極拡幅部分と同様の作用により、補助磁極層を第2の補助磁極層部分から第1の補助磁極層部分に流れる磁束の飽和が抑制され、第2の補助磁極層部分から第1の補助磁極層部分へ磁束が円滑に流入する。したがって、この観点においても記録性能の向上に寄与することができる。

#### 【0095】

また、請求項5記載の薄膜磁気ヘッドによれば、補助磁極層の飽和磁束密度以上の飽和磁束密度を有する材料により主磁極層を構成したので、補助磁極層よりも主磁極層において磁束収容量が増加する。したがって、磁束収容量の増加の観点においても、記録用磁界の強度の確保に寄与することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面構成を表す断面図である。

##### 【図2】

図1に示した薄膜磁気ヘッドの要部の斜視構成を拡大して表す斜視図である。

##### 【図3】

図1に示した薄膜磁気ヘッドの要部の平面構成を拡大して表す平面図である。

##### 【図4】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

##### 【図5】

図4に続く工程を説明するための断面図である。

##### 【図6】

図5に続く工程を説明するための断面図である。

##### 【図7】

図6に続く工程を説明するための断面図である。

##### 【図8】

図 7 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 9】

図 4 に示した断面構成に対応する斜視図である。

【図 1 0】

図 5 に示した断面構成に対応する斜視図である。

【図 1 1】

図 6 に示した断面構成に対応する斜視図である。

【図 1 2】

図 7 に示した断面構成に対応する斜視図である。

【図 1 3】

図 8 に示した断面構成に対応する斜視図である。

【図 1 4】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法に対する比較例としての薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための斜視図である。

【図 1 5】

図 1 4 に続く工程を表し、比較例としての薄膜磁気ヘッドの製造方法における問題点を説明するための斜視図である。

【図 1 6】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法に対する他の比較例としての薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための斜視図である。

【図 1 7】

図 1 6 に続く工程を表し、他の比較例としての薄膜磁気ヘッドの製造方法における問題点を説明するための斜視図である。

【図 1 8】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法に対するさらに他の比較例としての薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための斜視図である。

【図 1 9】

図 1 8 に続く工程を説明するための斜視図である。

【図 2 0】

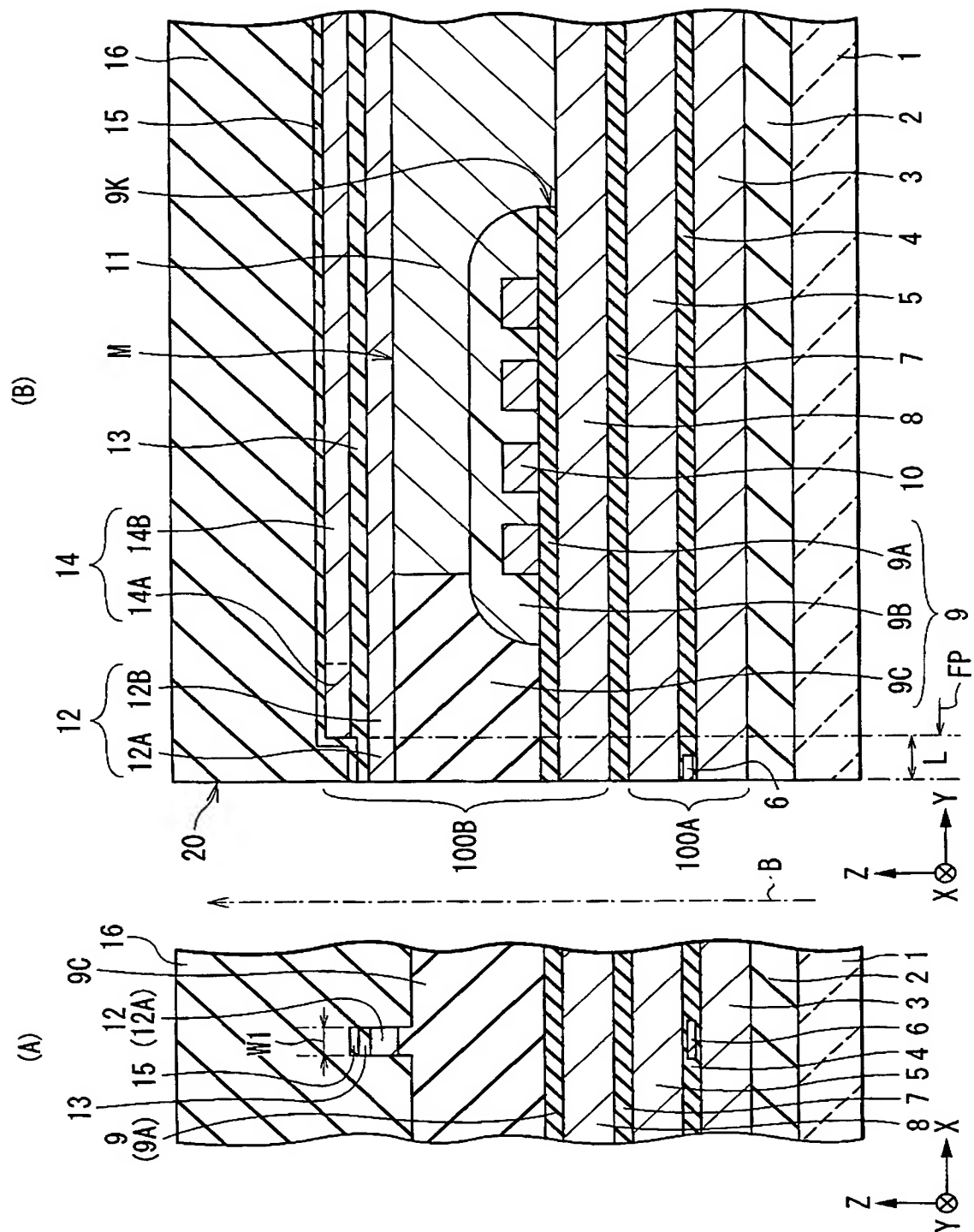
さらに他の比較例としての薄膜磁気ヘッドの製造方法における問題点を説明するための平面図である。

【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、4…シールドギャップ膜、5…上部シールド層、6…MR素子、7, 13…非磁性層、8…リターンヨーク層、9…ギャップ層、9A, 9B, 9C…ギャップ層部分、10…薄膜コイル、11…ヨーク層、12…主磁極層、12A, 14A, 32A…先端部、12B, 14B, 32B…後端部、12X…前駆主磁極層、12YV…被覆部、12YW…両翼部、13X…前駆非磁性層、13Y…前駆非磁性層パターン、14…補助磁極層、14X…前駆補助磁極層、14Y…前駆補助磁極層パターン、15…バッファ層、15X…前駆バッファ層、16…オーバーコート層、20…エアベアリング面、31, 32…マスク層、100A…再生ヘッド、100B…記録ヘッド、B…記録媒体の進行方向、FP…フレアポイント、L…リセス距離、M…平坦面、NA, NB…中心位置、P…垂線、R1…一定幅領域、R2…拡幅領域、T…中心線、WP…両翼端位置、 $\theta 1$ ,  $\theta 2$ …照射角度、 $\omega 1$ ,  $\omega 2$ …揺動角度。

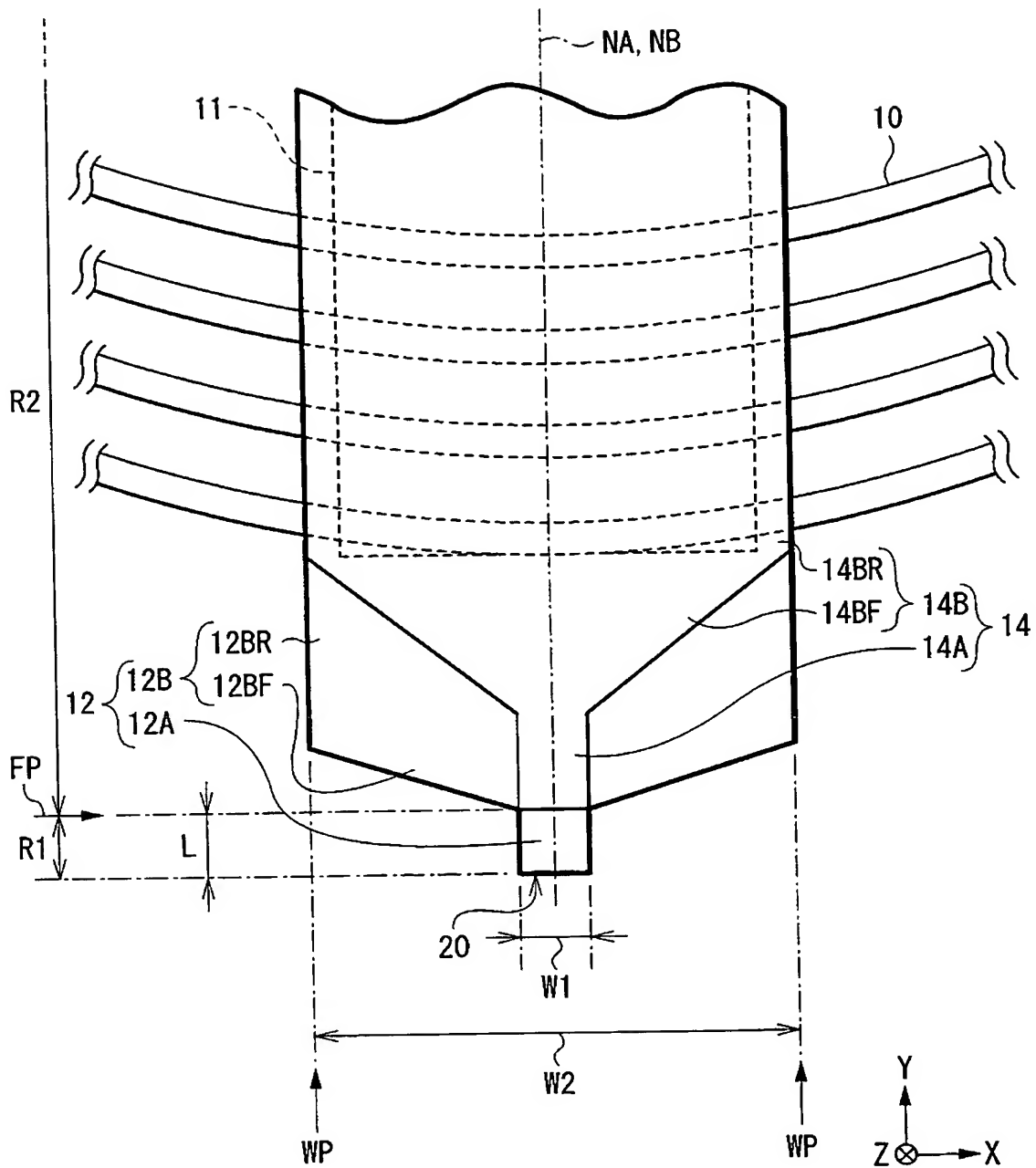
【書類名】 図面

【図 1】



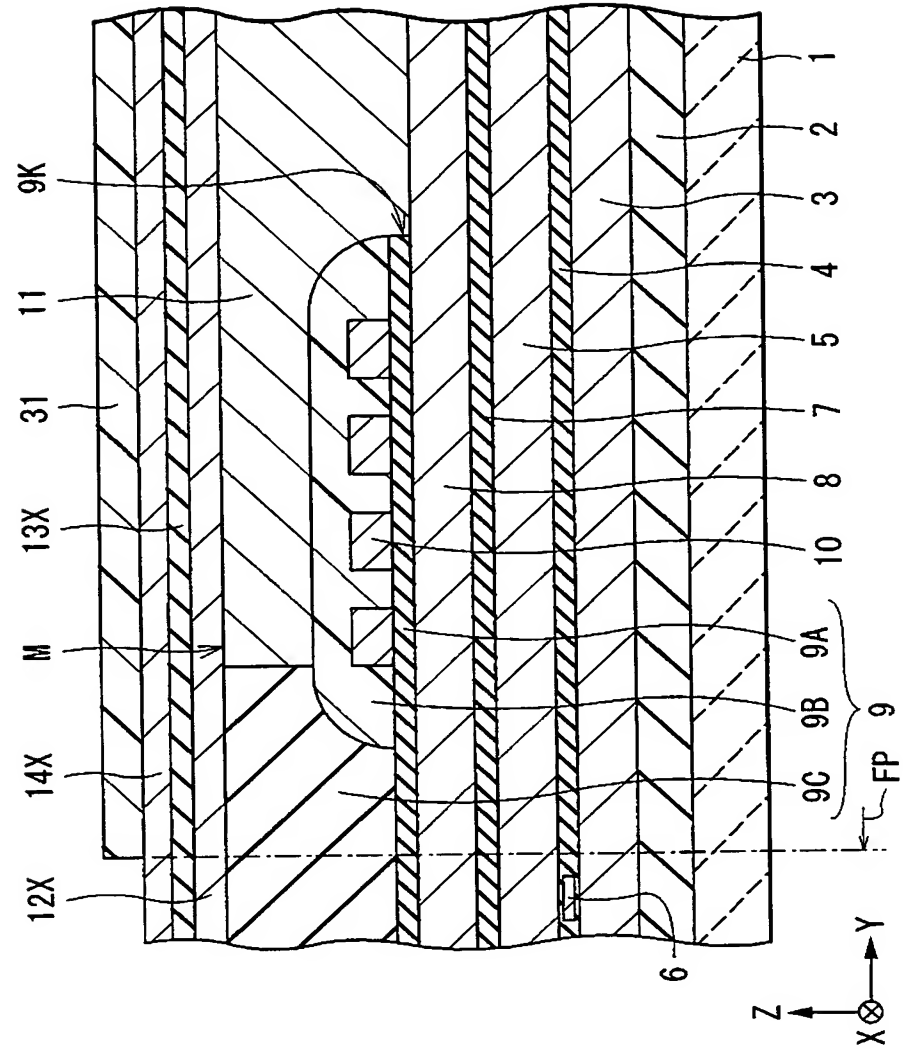


【図 3】

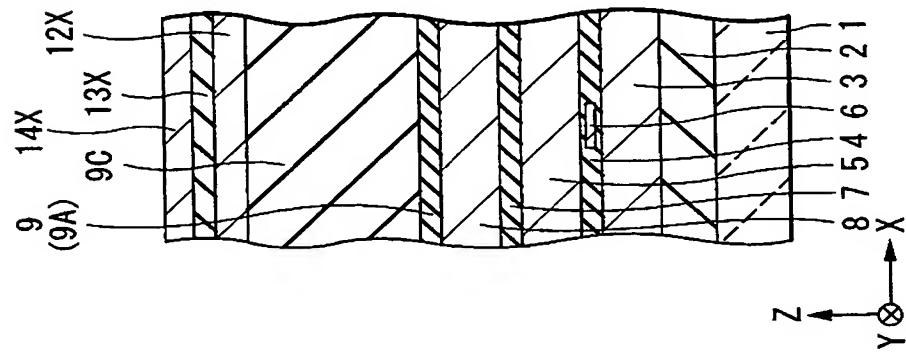


【図 4】

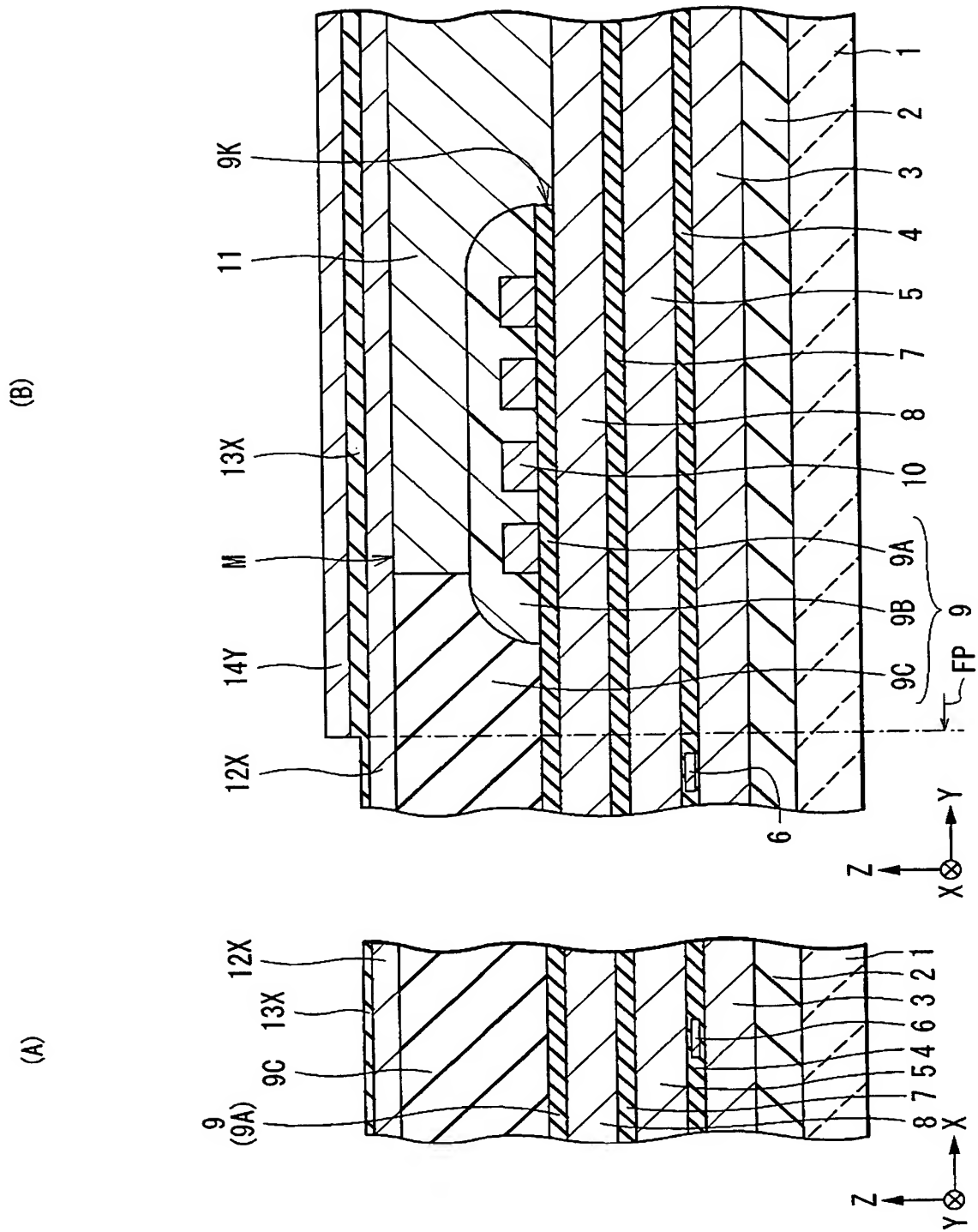
(B)



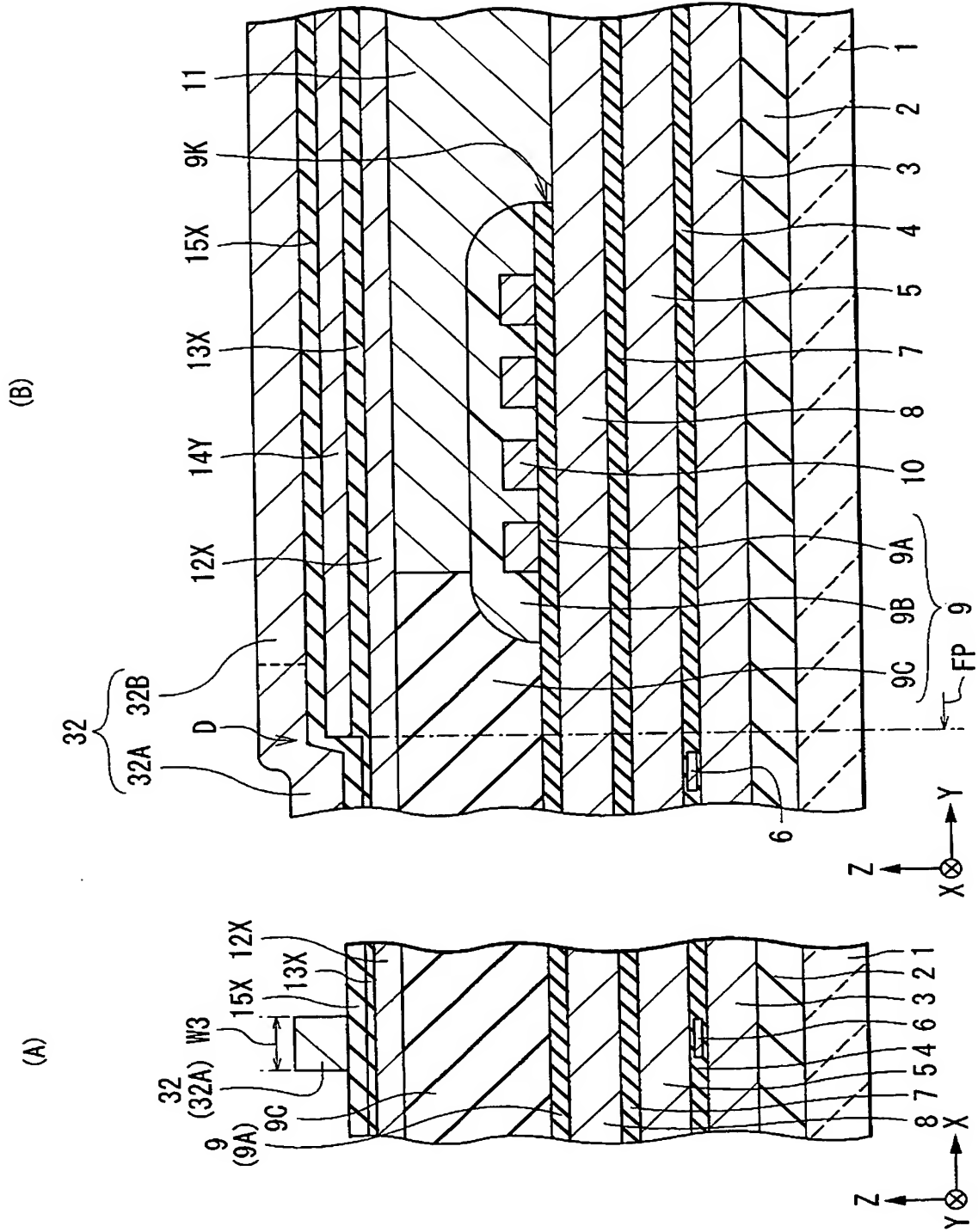
(A)



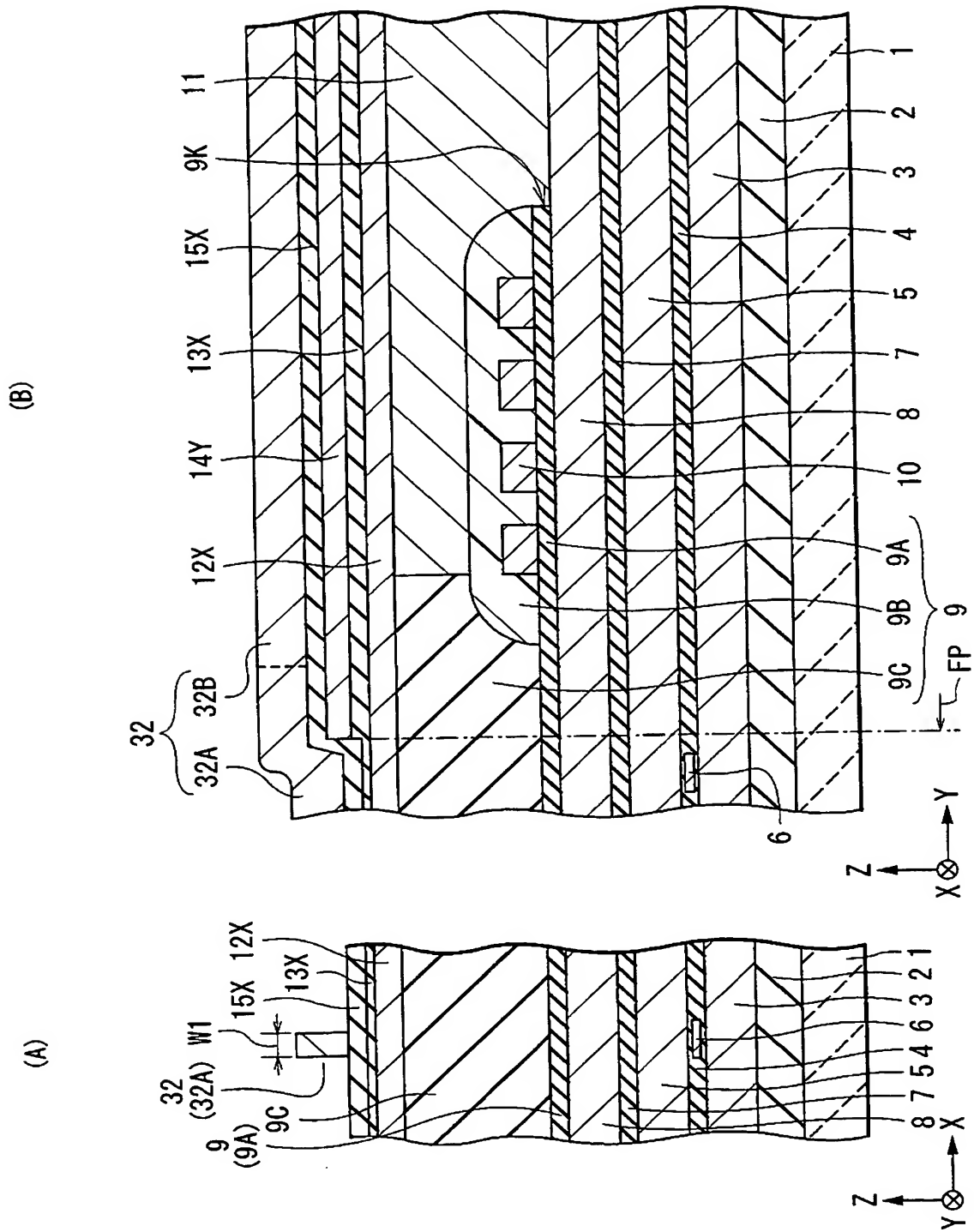
【図 5】



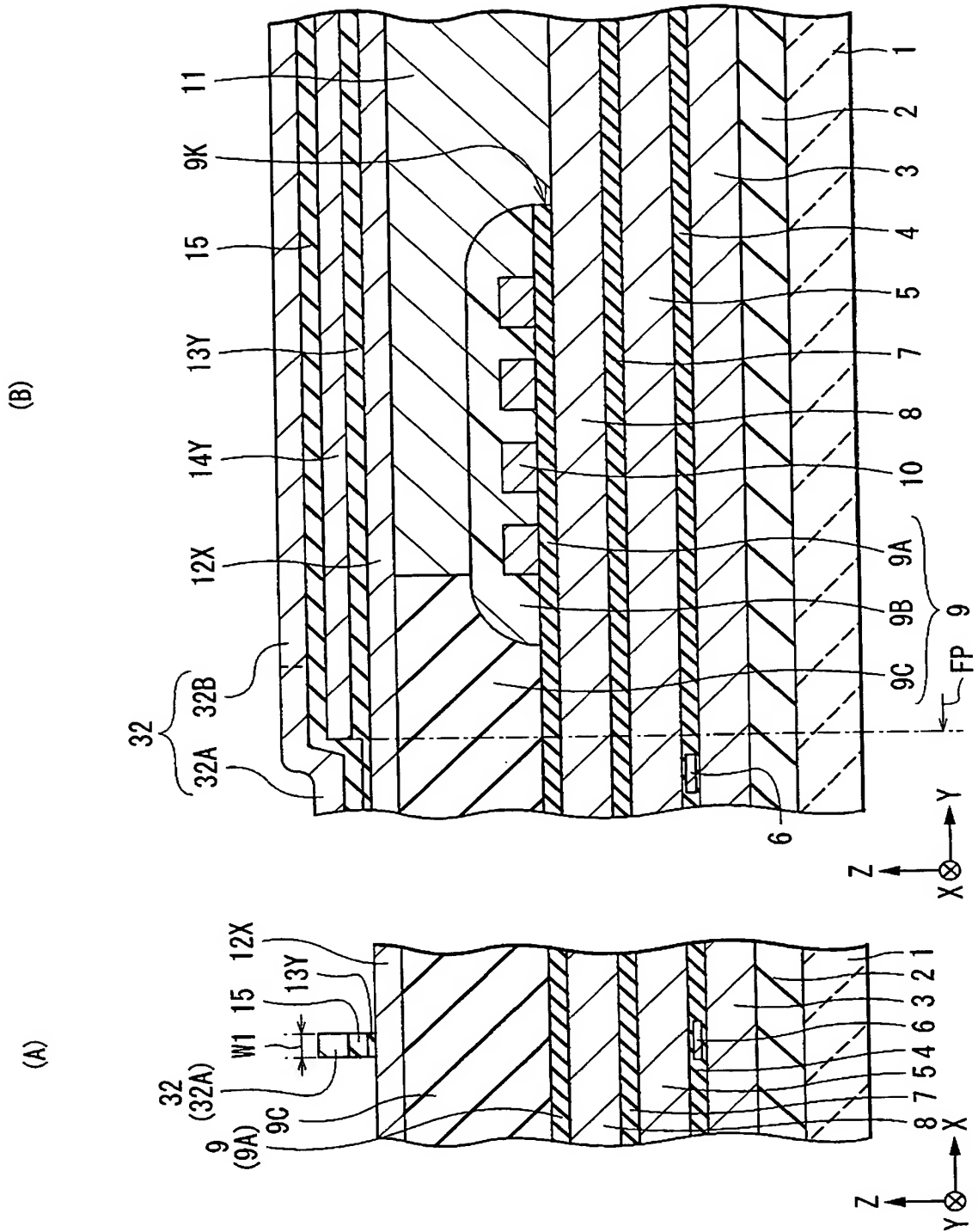
【図 6】



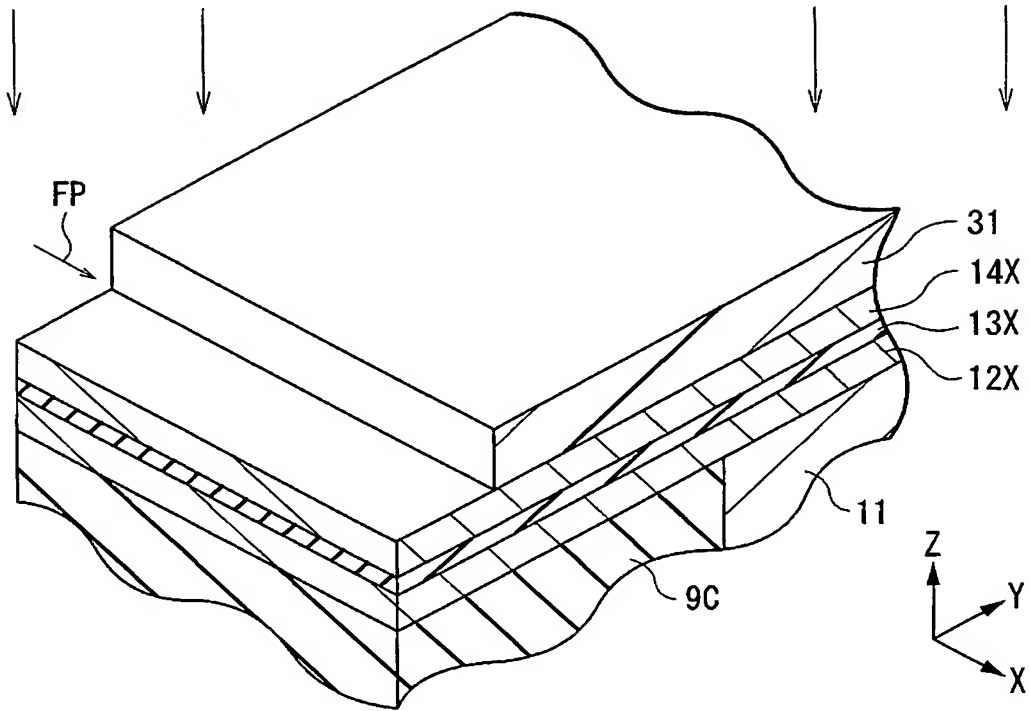
【圖 7】



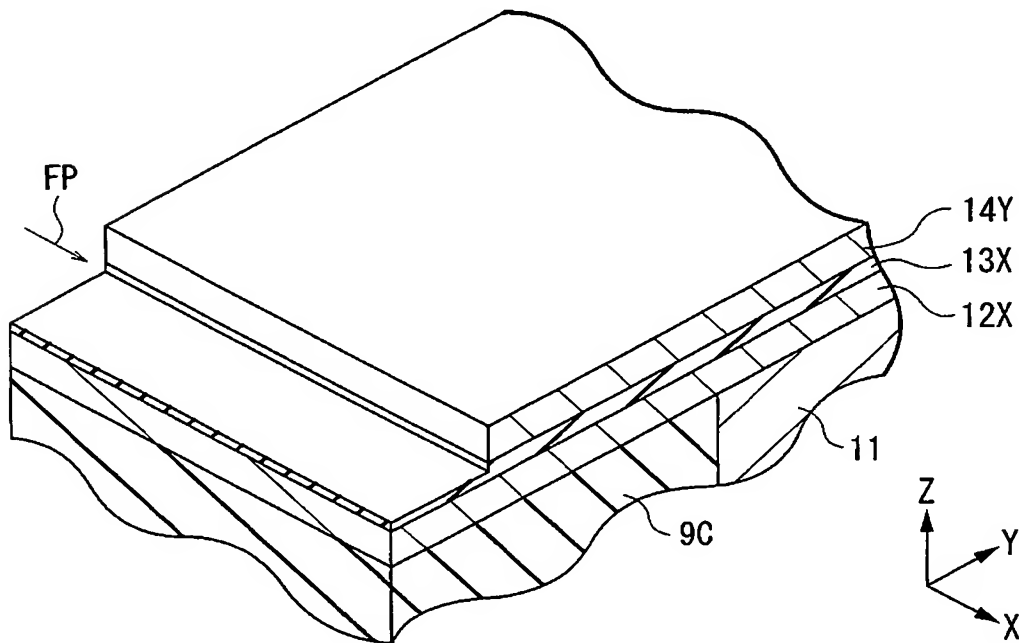
【図 8】



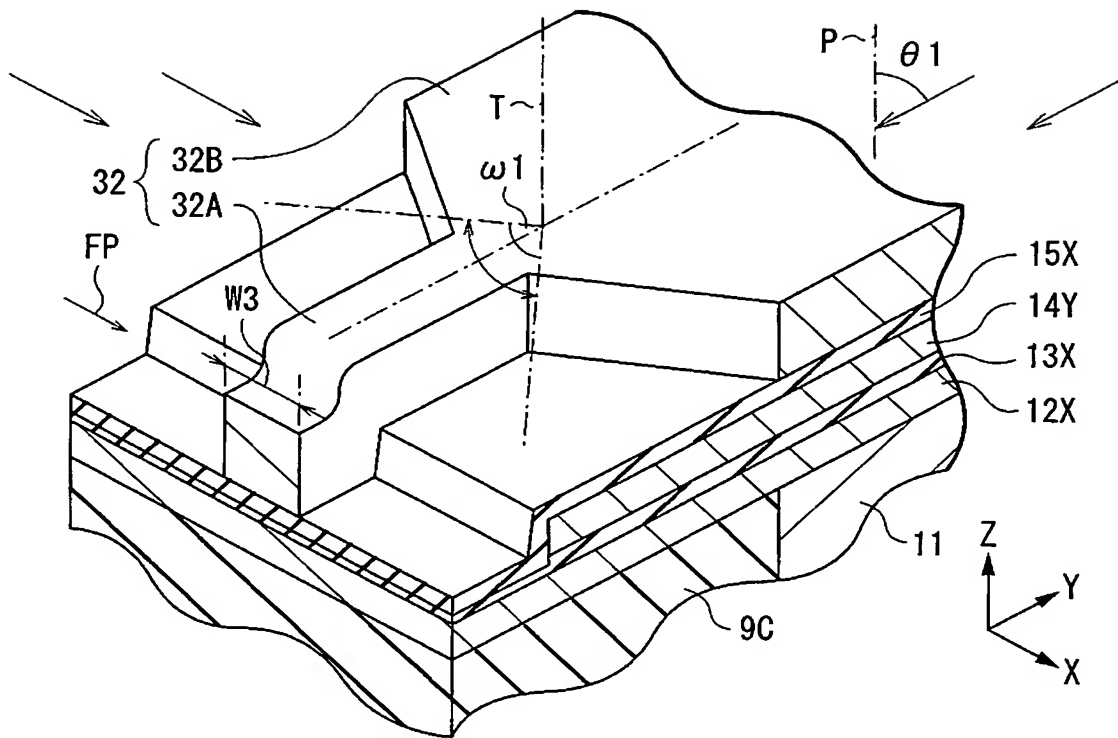
【図 9】



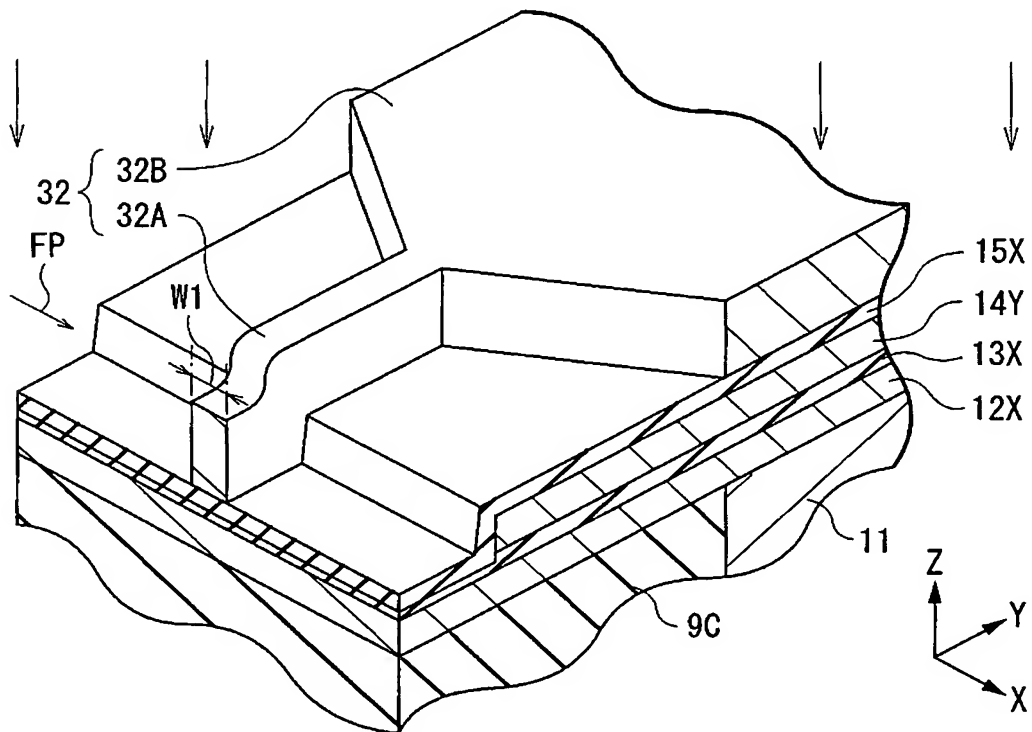
【図 10】



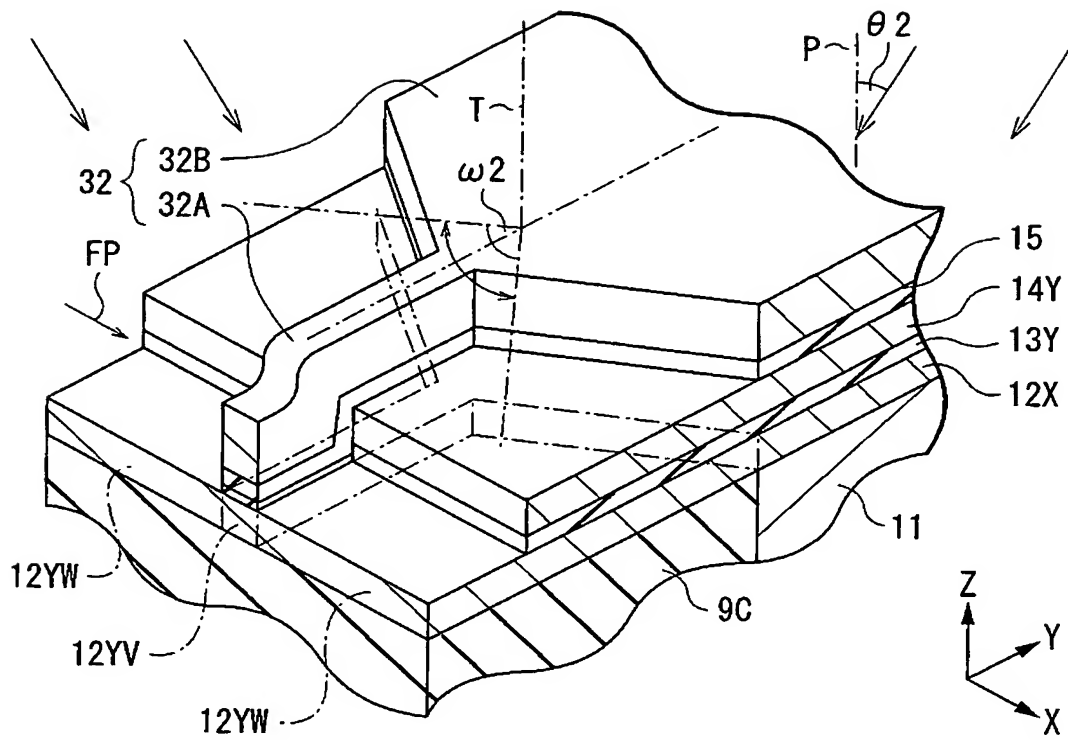
【図 11】



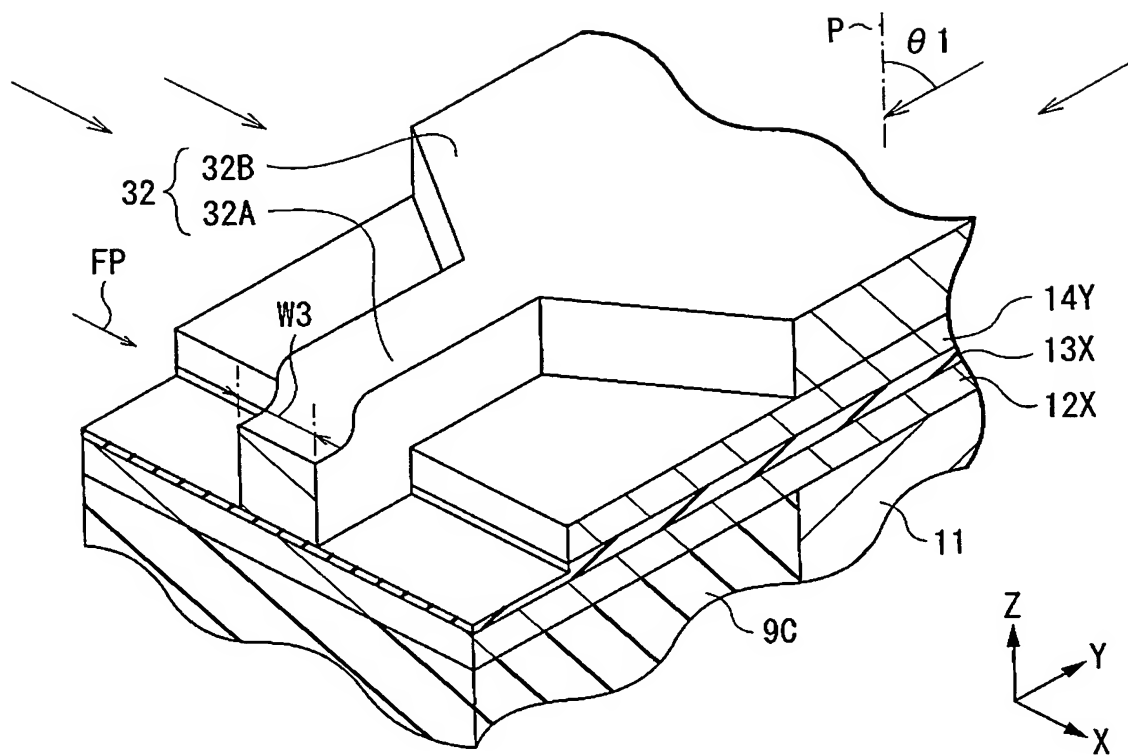
【図 12】



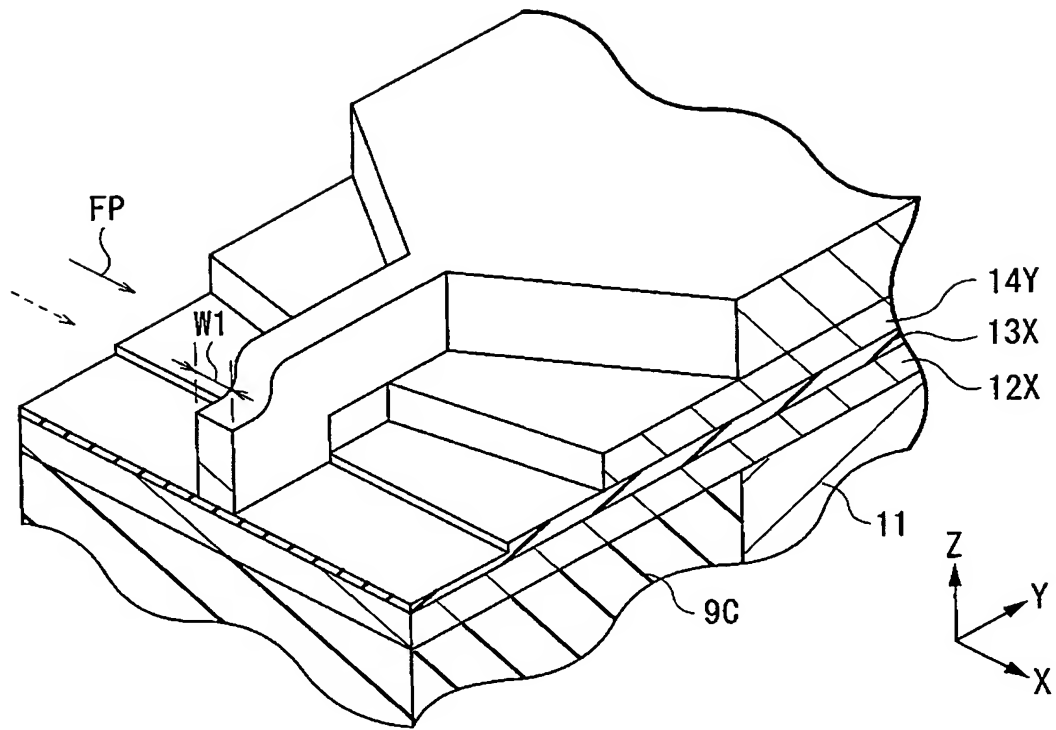
【図 13】



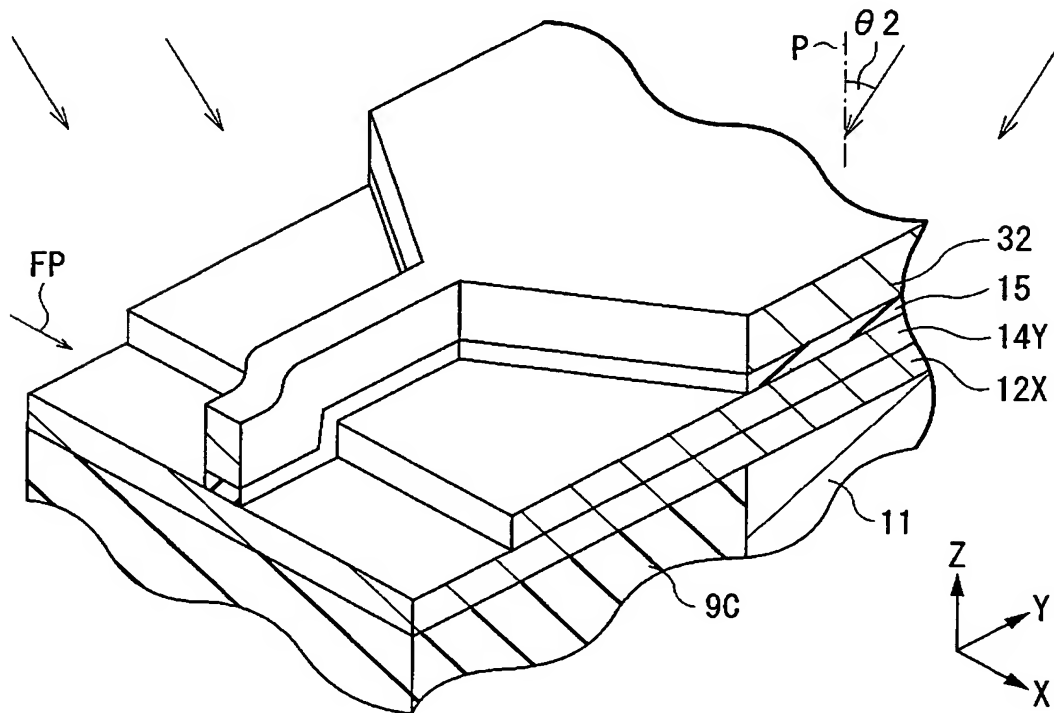
【図 14】



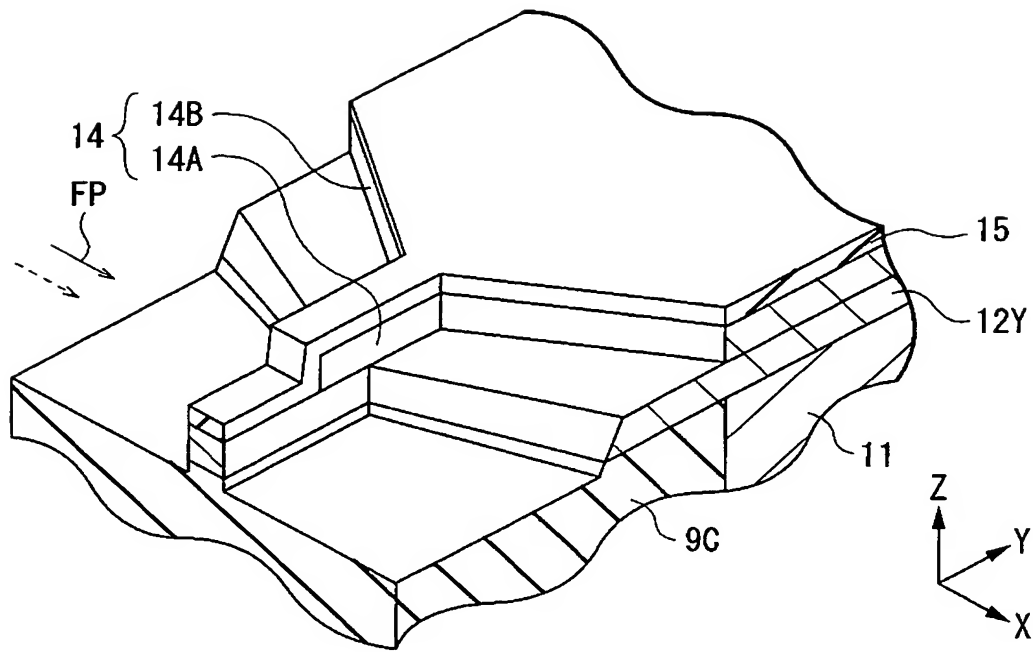
【図 15】



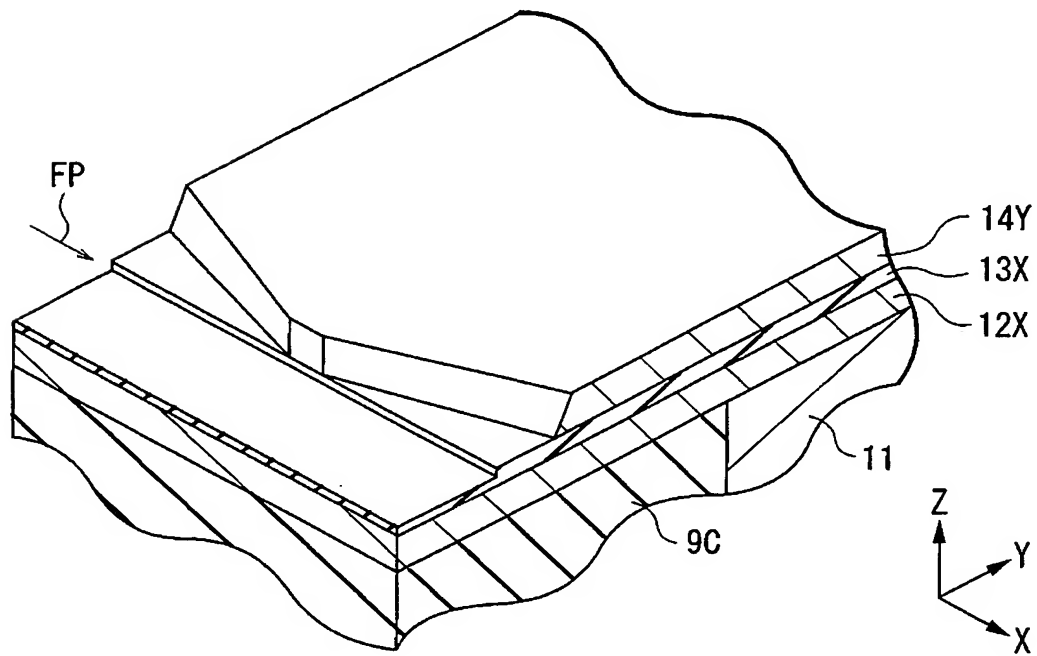
【図 16】



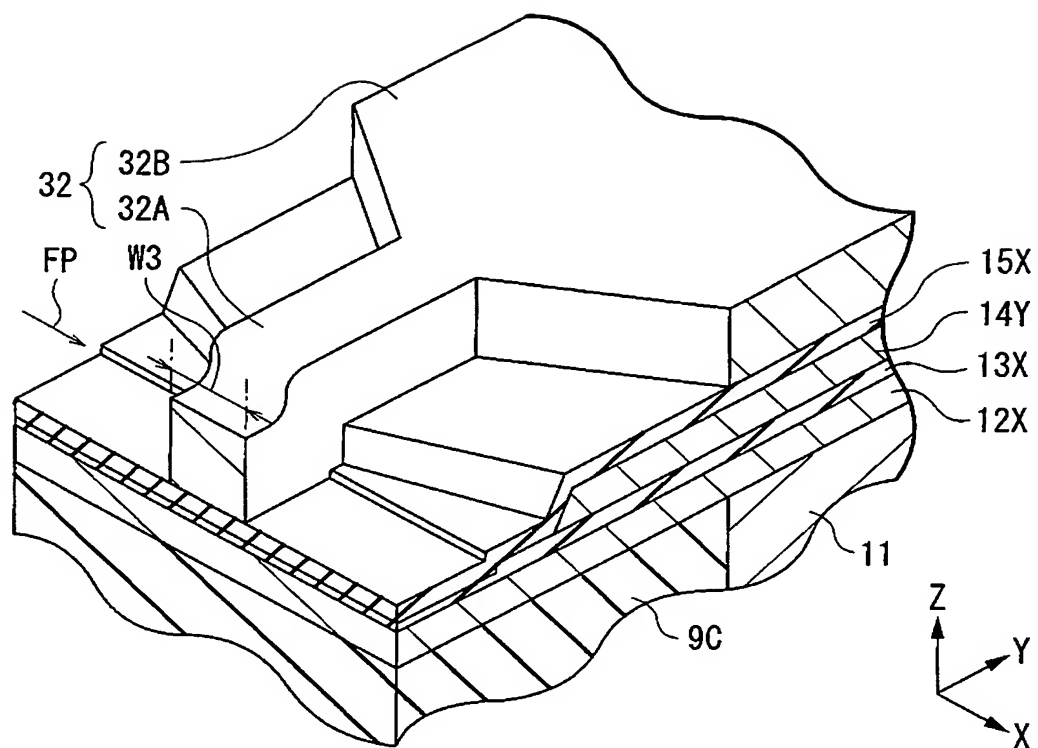
【図 17】



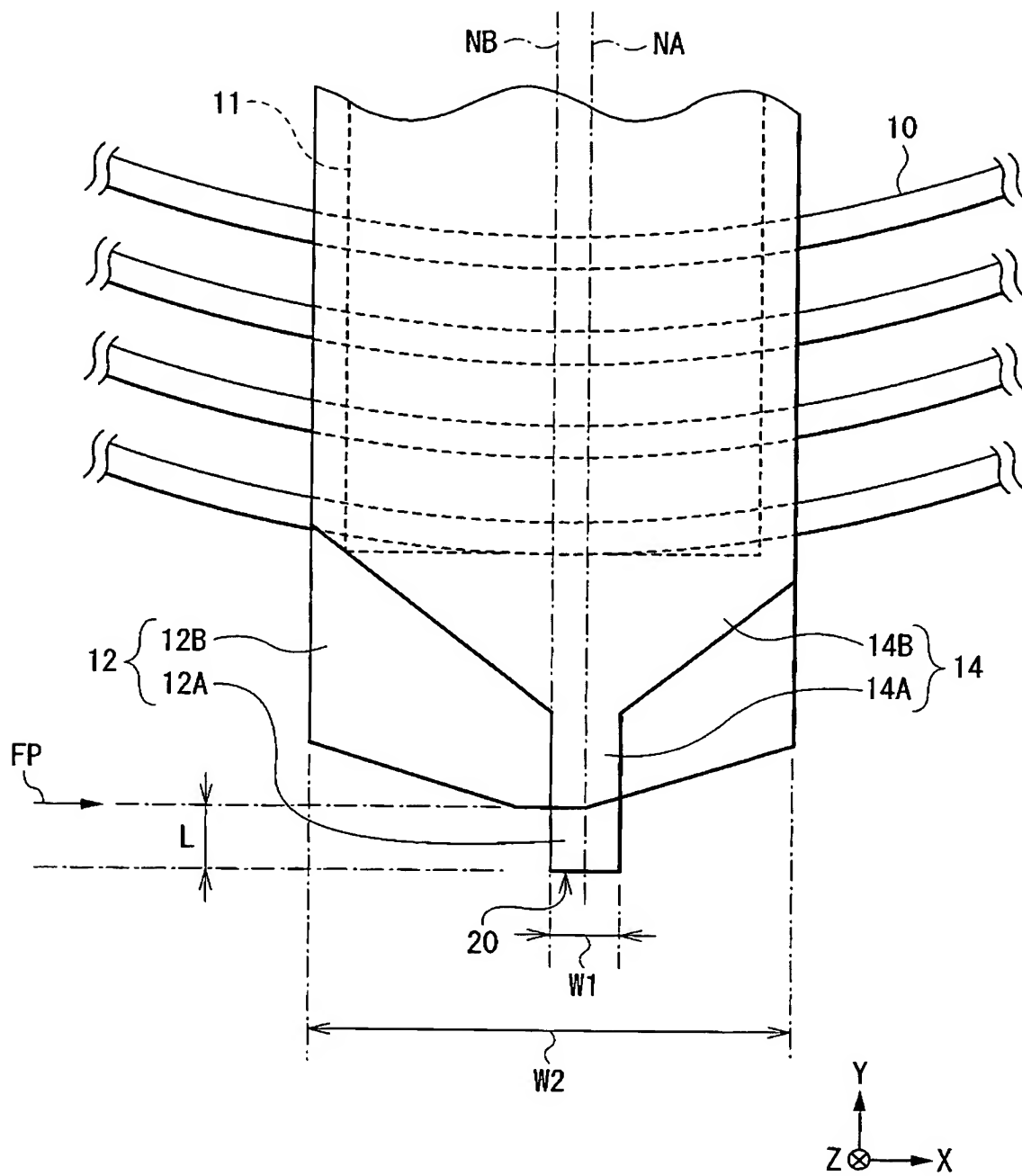
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 主磁極層の形成に関する高精度化とフレアポイントの適正化とを両立し、製造面から記録性能の向上に寄与可能な薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 エッチング速度の遅いバッファ層 15 や非磁性層 13 をストッパ層として使用した一連のパターニング工程を経て主磁極層 12 を形成する。第 1 に、先端部 12 A を形成する際、バッファ層 15 をマスクとして前駆主磁極層（主磁極層 12 の前準備層）がパターニングされるため、目標通りの微小幅 W1 となるように先端部 12 A が高精度に形成される。第 2 に、後端部 12 B を形成する際、前駆主磁極層のうち、バッファ層により覆われている部分（被覆部）は、前駆非磁性層パターン（非磁性層 13 の前準備層）およびバッファ層 15 により二重に覆われているため、前駆主磁極層にエッチング処理を施した際、あらかじめ設定されたフレアポイント F P の位置ずれが防止される。

【選択図】 図 2

## 認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2002-302982  
受付番号 50201563860  
書類名 特許願  
担当官 井筒 セイ子 1354  
作成日 平成14年11月 5日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 500393893  
【住所又は居所】 香港新界葵涌葵豊街38-42号 新科工業中心  
【氏名又は名称】 新科實業有限公司

## 【特許出願人】

【識別番号】 000003067  
【住所又は居所】 東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

## 【代理人】

申請人

【識別番号】 100109656  
【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階  
翼国際特許事務所  
【氏名又は名称】 三反崎 泰司

## 【代理人】

【識別番号】 100098785  
【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階  
翼国際特許事務所  
【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 0 2 9 8 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 5 0 0 3 9 3 8 9 3 ]

1. 変更年月日

2 0 0 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

香港新界葵涌葵豐街 3 8 - 4 2 號 新科工業中心

氏 名

新科實業有限公司

特願 2 0 0 2 - 3 0 2 9 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 6 7 ]

1. 変更年月日      1 9 9 0 年   8 月 3 0 日  
[変更理由]      新規登録  
                    住 所      東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号  
                    氏 名      ティーディーケイ株式会社
  
2. 変更年月日      2 0 0 3 年   6 月 2 7 日  
[変更理由]      名称変更  
                    住 所      東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号  
                    氏 名      T D K 株式会社